プログラマブルコントローラの
保全に関するテクニカルガイド

NJI-483C

目次

第3章 電池の保守

第4章 オーバーホール・リプレース

第１章　PLC システムの保全について

1. 保全の重要性

プログラマブルコントローラ(以下，PLC という。) は，あらゆる産業・公共分野で広く使用されており，自動制御システムの重要な基盤となっています。最近の生産システムは機械・設備のメカトロ化とともに，制御システムの複雑・高度化が著しく，機械側にはインテリジェントなセンサや設定・調整の難しいドライブシステムがあり，また，制御システムのハードウェアはユーザで触ることができなく，さらにソフトウェアは理解しにくいというケースが多くなってきています。一方で，高度な生産システムでは，設備稼動率の維持・向上により設備の運転を止めないことが生産の確保，さらには利益の向上につながり，設備の保全が益々重要になってきています。こうした状況の中で，生産設備の制御を担うPLC システムの保全は特に重要性が増しています。

PLC は一般に 10 年の耐久性を考慮し設計・製造されていますが，構成部品には電磁リレー，電解コンデンサや電池など比較的短い寿命の部品(消耗部品)もあります。また，最近は小形化のための高密度実装化が進み，電子部品は設置環境などによって信頼性への影響を受けやすくなっています。

PLC システムでの保全の基本は，ハードウェアについては異常・故障箇所の特定と交換です。そのためには，補用品，予備品の常備が必要です。また，ソフトウェアについては，その内容の理解とプログラムの修正・改造のテクニックであり，プログラミングの知識と周辺機器の操作が基本になります。

以上のようなことを踏まえて，本資料では PLC と PLC システムの保全についてのガイドラインを示します。

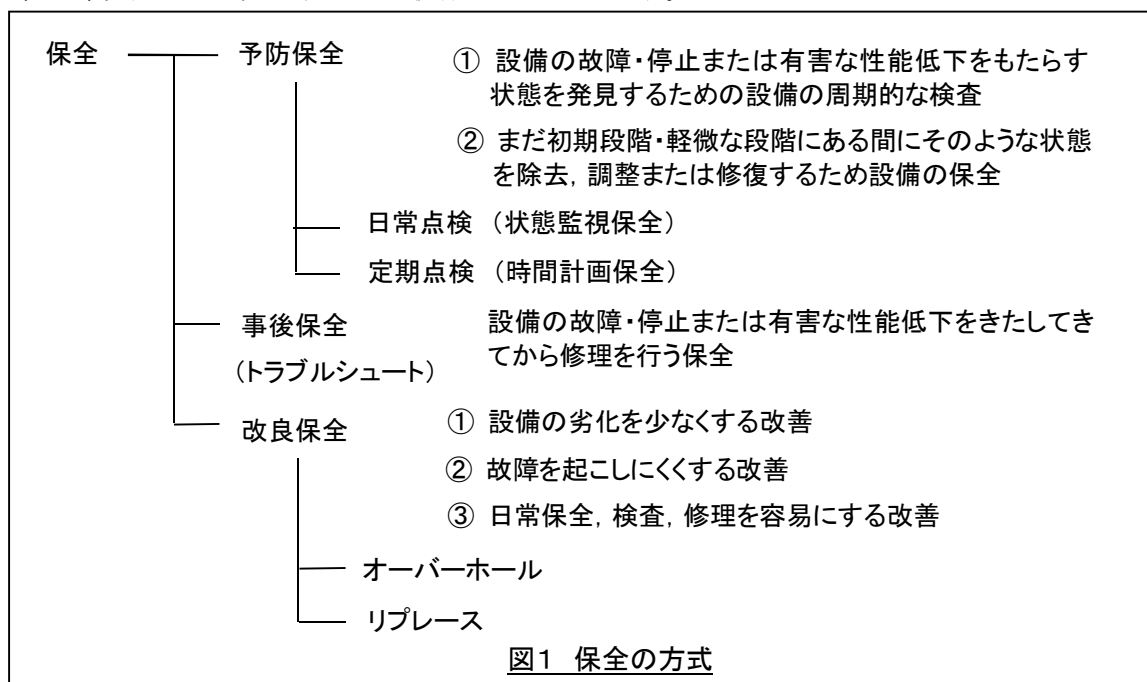
2. 保全体制

２．１　保全方式

保全の方式には，大別して以下のように3種類あります。

（1）　装置やシステムが故障する前に予防的に点検などを行う「予防保全」
（2）　事故や故障が発生してから原因を把握して修復を行う「事後保全」
（3）　故障が起きる外的要因の排除など設備の劣化・故障を生じにくくするための「改良保全」

一般に，家庭電気製品などは故障が発生してから修理する事後保全が適用され，生産設備，自動車などは故障や事故の発生によって大きな経済的損失や重大事故となるので，予防保全が適用されます。通常の生産設備の保全では，予防保全・事後保全・改良保全どれか一つということはなく，経験あるいは予測できる項目に対しては予防保全が，また，突発的な事故に対しては事後保全が適用されます。

図1　保全の方式

２．２　保全計画

生産設備では，故障が発生してから修理について検討していたのでは，修復の時間が長くなり，設備稼動率の向上は望めません。したがって，設備の導入時点から保全計画をたて，効率のよい保全を行う必要があります。保全計画には，次のような項目があります。

① 保全教育計画・・・・２．３項参照
② 保全時期計画・・・・予防保全と事後保全の対象の区別など
③ 保全機材計画・・・・保全用の予備品，部材，計器，測定機材など
④ 保全手順計画・・・・マニュアルの整備など
⑤ 保全要員計画・・・・要員の確保，配置，担当範囲など
⑥ 保全方法改善計画・・保全方法の改善の検討など

以上の項目は，ユーザ様にてご計画ください。

⑦ PLC メーカのサービス体制・・連絡先，対応時間，ハードの在庫など
⑧ PLC メーカのサポート体制・・連絡先，対象製品，サービス内容など

弊社サービス・サポート体制に関しては予め弊社営業・代理店・特約店にご照会またはカタログ，取扱説明書，インターネット HP などでご確認下さい。

２．３　保全教育

保全教育の項目としては，次があります。
弊社開催トレーニングスクールには，「保全教育」のコースは特に設けておりませんが，ご要求があればトレーニングセミナー開催も可能です。

（1） PLC と PLC システムの説明
① PLC とは・・・・・・・・・PLC の原理，機能，性能などの基礎知識
② PLC の特徴・・・・・・・・計算機，リレーなどとの違い
③ PLC の位置付け・・・・・・シーケンス制御のコントローラ
④ PLC の導入状況・・・・・・自部門での使用状況など
⑤ 導入（採用）機種の説明・・使用 PLC の機種，機能，性能，特徴など

（2） 保全の範囲と保全技術
① PLC に関する保全の知識・・保全面での PLC の特徴，PLC の保全項目
② PLC の保全での注意事項・・取扱い方法，保全のキーポイントなど

（3） トレーニング
① PLC の保全に関する機能・・・・・自己診断機能，RAS機能など
② 周辺機器の保全に関する機能・・・トラブルシューティングの機能など
③ トラブルシューティングの実習・・周辺機器の操作，ハードの交換など

２．４　　保全用の資料

PLC システムの保全に必要なドキュメントには，次のようなものがあります。これらの資料は一般的なもので，そのシステム固有のものも必要です。また，システム導入時にはこれら保全用資料の管理も重要です。

① 制御仕様書・・・制御対象の動作の詳細を記述したもので，文章や図により動作の順序・タイミング，動作の条件，禁止事項，インターロック条件などが明確でなければならない。
② 電気配線図（展開接続図）・・・電源回路，動力回路，シーケンス回路，操作回路，表示回路などで構成され，各種器具の形名，線番など，保全時に必要な情報が盛込まれている必要がある。
③ シーケンスプログラム・・・制御内容を PLC のプログラムにしたもので，回路図とリストが必要である。

④ 入出力などの割付けリスト・・・外部入出力信号，内部デバイスの割付けリストで，デバイス番号対応で信号名，信号の説明などが記述されていなければならない。

⑤ 使用ハードウェアのリスト・・・そのシステムに使用しているPLCとその構成，盤内の電気器具，入出力機器，PLC の周辺機器とそのソフトウェアパッケージなど，全電気品の形名と概略の仕様の判るものが必要である。

⑥ プログラム説明書・・・プログラムの構成，プログラムのブロックの処理内容や機能，理解が困難な部分の演算動作の説明など，プログラムの内容を説明したもの。

⑦ 使用ハードウェアのカタログ・・・どのような製品かを長期間経過後でも判る必要のため。

⑧ 使用ハードウェアの取扱説明書，技術資料・・・ハードウェア，ソフトウェアのトラブルシュートに必要である。特に，保全に関する内容が記述されているもの。

⑨ 制御対象の取扱説明書・保守点検要領書・・・制御対象の取扱，保守・点検に必要不可欠のもの。

2．5　保全記録

設備および PLC 本体，関連機器などに保全を行った場合，その記録を保全記録として残し，以後の保全の参考にしてください。記録として残す項目としては，次が考えられます。

① 異常，故障の発生状況・・・装置・設備名，現象，周囲の状況
② システムの停止時間・・・・発生時刻，停止時間
③ 発生による影響・・・・・・損失額，ロス時間，他への影響
④ 原因・・・・・・・・・・・原因追究の方法，推定を含む原因
⑤ 修復の方法・・・・・・・・交換，修理など修復の方法
⑥ 再発防止措置・・・・・・・類似故障の再発防止方法，教訓
⑦ メーカからの報告書
⑧ 担当者名

PLC 本体，関連機器などの故障・異常の原因究明や修理依頼で弊社に返却する際には，上記記録も一緒にご提示いただけますと原因究明などが容易に行えることにもなりますので，保全記録を残すことを強くお奨めします。

2．6　PLC メーカのサービス，サポート体制のチェック

PLCをはじめとする制御製品については，採用メーカのサービスとサポートの状況を事前に調査しておくことが重要です。いずれも弊社営業・代理店・特約店にご照会またはカタログ，取扱説明書，インターネット HP などで予めご確認下さい。

① サービス拠点・・・・・場所，連絡先，担当者など
② サービス範囲・・・・・対象機種，取扱いの範囲など
③ サービス時間・・・・・開始／終了の時刻，到着所要時間，緊急時など
④ サービス期間・・・・・無償期間，有償時の扱いなど
⑤ 補用品の供給期間・・・生産中止後の修理，供給期間
⑥ 生産中止時の措置・・・生産中止宣言の有無と内容，中止後の修理期間など
⑦ 修理に要する期間・・・標準納期，最短・最長納期など
⑧ サポートの拠点・・・・場所，連絡先，担当者など
⑨ サポートの範囲・・・・対象機種の範囲：PLC ハード／ソフト，システム
⑩ サポートの方法・・・・電話，FAX，訪問，スクールなど
⑪ マニュアル・・・・・・各種マニュアル

弊社のサービス拠点・サポート拠点（2015 年 8 月 17 日現在）を次ページに示します。

【サービスステーション】

2015年8月17日現在

北海道

北海道サービスステーション
〒063-0814 札幌市西区琴似四条 1-1-30
(011)611-4121 FAX(011)642-2740

東 北

八戸サービスステーション
〒031-0071 八戸市沼館 1-13-96
(0178)41-2711 FAX(0178)41-2718

東北サービスステーション
〒985-0843 多賀城市明月 2-3-2
(022)364-4121 FAX(022)364-4126

秋田サービスステーション
〒010-0951 秋田市土崎港相染町字沖谷地 158-2
(018)846-9933 FAX(018)846-9937

福島サービスステーション
〒963-8041 郡山市富田町字町西 32-2
(024)961-0500 FAX(024) 961-0502

関甲越

新潟サービスステーション
〒950-0892 新潟市東区寺山 2-1-5
(025)274-6914 FAX(025)274-6910

筑波サービスステーション
〒300-0038 土浦市大町 13-17
(029)826-5851 FAX(029)826-5861

栃木サービスステーション
〒323-0808 小山市出井 1201-4 小山第 3 工業団地内
(0285)25-3536 FAX(0285)25-1438

高崎サービスステーション
〒370-1201 高崎市倉賀野町 2458-10
(027)377-9902 FAX(027)347-7863

茨城サービスステーション
〒312-0063 ひたちなか市田彦字二本松 1646-2
(029)273-7424 FAX(029)273-7354

甲信サービスステーション
〒392-0012 諏訪市大字四賀 2408-2
(0266)56-6222 FAX(0266)56-6625

首都圏

東京中央サービスステーション
〒275-8520 習志野市茜浜 3-1-2
(047)451-3111 FAX(047)451-3129

<<営業>>
〒135-0033 東京都江東区深川 2-8-16
(03)5245-0358 FAX(03)5245-0522

埼玉サービスステーション
〒363-0002 桶川市赤堀 1-35
(048)728-8521 FAX(048)728-8531

西東京サービスステーション
〒192-0033 八王子市高倉町 21 番 7 号
(042)660-1078 FAX(042)648-5099

横浜サービスステーション
〒223-0057 横浜市港北区新羽町 760-1
(045)540-2731 FAX (045)546-5101

北 陸

北陸サービスステーション
〒939-8213 富山市黒瀬 81-1
(076)420-5411 FAX(076)420-6070

中 部

中部サービスステーション
〒456-8544 名古屋市熱田区桜田町 16-17
(052)884-5812 FAX(052)884-5817

静岡サービスステーション
〒417-0034 富士市津田 261-18
(0545)55-3260 FAX(0545)55-3265

近 畿

滋賀サービスステーション
〒521-1341 滋賀県蒲生郡安土町大字上豊浦
字西才行 950-1
(0748)46-6606 FAX(0748)46-6616

大阪サービスステーション
〒660－0806 尼崎市金楽寺町 1-2-1
(06)4868-1201 FAX(06) 4868-1233

神戸サービスステーション
〒652-0882 神戸市兵庫区芦原通 4-2-34
(078)681-3811 FAX(078)681-6852

京都サービスステーション
〒601-8141 京都市南区上鳥羽卯ノ花 62
(075)661-1081 FAX(075)661-1091

姫路サービスステーション
〒672-8078 姫路市飾磨区英賀東浜甲 1958-9
(0792)34-9571 FAX(0792)34-9573

中 国

岡山サービスステーション
〒702-8022 岡山市福成 2-15-26
(086)263-3022 FAX(086)263-7285

山陰サービスステーション
〒692-0000 安来市西恵乃島町 837-53
(0854)22-5552 FAX(0854)23-2673

中国サービスステーション
〒735-0029 広島県安芸郡府中町茂陰 1-9-20
(082)282-8111 FAX(082)286-4037

山口サービスステーション
〒747-0822 防府市勝間 3-9-17
(0835)23-7705 FAX(0835)23-7706

四 国

四国サービスステーション
〒761-8012 高松市香西本町 142-5
(087)882-1212 FAX(087)881-0072

松山サービスステーション
〒790-0053 松山市竹原 2-2-15
(089)931－8788 FAX(089)931-8789

九 州

九州サービスステーション
〒812-0051 福岡市東区箱崎ふ頭 5-9-26
(092)651-0131 FAX(092)651-0136

北九州サービスステーション
〒803-0801 北九州市小倉北区西港町 92-12
(093)582-1175 FAX(093)582-5148

南九州サービスステーション
〒891-0113 鹿児島市東谷山 7-1-3
(099)260-2818 FAX(099)269-7232

【技術サポート】

FA 相談室 電話フリーダイヤル 0120-46-3444/FAX(0254)46-3321

携帯電話の方は(0254)46-3444をご利用ください。

E メールアドレス：fa_plc@hitachi-ies.co.jp

ご利用時間帯 月～金 午前 9:00～12:00/午後 1:00～6:00（ただし､祝日､当社休日は除く）

ホームページアドレス: http://www.hitachi-ies.co.jp/plc

【営業拠点】

ドライブシステム事業部企画部制御企画グループ 〒101-0022 東京都千代田区神田練塀町３番地ＡＫＳビル
TEL(03)4345-6072 (ダイヤルイン)

拠点	電話
営業統括本部	(03)4345-6041(ダイヤルイン)
関東地区窓口	(03)4345-6048(ダイヤルイン)
北日本支社	(022)364-2710(ダイヤルイン)
北海道支店	(011)611-1224(ダイヤルイン)
福島支店	(024)961-0500(ダイヤルイン)
北陸支社	(076)420-5711(ダイヤルイン)
中部支社	(052)884-5824(ダイヤルイン)
関西支社	(06)4868-1267(ダイヤルイン)
四国支店	(087)882-1192(ダイヤルイン)
中国支社	(082)282-8112(ダイヤルイン)
九州支社	(092)651-0146(ダイヤルイン)

3. 予防保全

3．1　予防保全の必要性

言うまでもありませんが，システムの故障が発生してから修復では，高い設備稼動率は確保できません。設備を止めないことが最優先であり，そのためには予防保全が効果的であり，重要になります。予防保全を確実に行っておけば致命的な故障は起りにくくなるし，起っても修復が迅速になることが予想されます。予防保全には以下に記述する日常点検，定期点検があり，これらに慣れていれば困難なものではありません。

3．2　日常点検

日常点検は，当日の運転に支障がないかを調べる最低限のチェックで，設備の運転前に実施します。日常点検の項目，点検内容，判定基準，処置の例には表1のようなものがあります。

表1 日常点検の内容

点検項目	点検内容	判定基準	異常時の処置
各モジュールの取付け状態	各モジュールの取付け状態のゆるみ・ガタを確認	確実に取付けられていること。 外れかかり，ゆるみなどがないこと。	ねじ締め
接続状態	端子ねじのゆるみ	ゆるみがないこと。	増し締め
	圧着端子の近接	損傷，劣化，折れ曲がり等無いこと。 近接端子との短絡無いこと	修理
	コネクタのゆるみ	ゆるみがないこと。	再着脱，増し締め
	配線ケーブルの損傷・劣化確認	損傷，劣化，折れ曲がり等無いこと。	交換
表示	動作（状態）表示の正常動作確認	POWER，ERR，警告表示等確認し，正常運転状態であること。 （表示内容の詳細は各モジュールの取扱説明書・マニュアル参照のこと。）	各モジュールの取扱説明書・マニュアルに従いエラー要因排除。
電源電圧	指定範囲内か確認 （電圧，波形確認）	指定電圧範囲であることを確認。 過大なリップル等無いことを確認。	交換
周囲環境	周囲温度・湿度・塵埃・オイルミスト等を確認	仕様範囲内であることを確認。	仕様範囲内の環境となるよう対策

3．3　定期点検

定期点検の内容の例を表2に示します。

表2 定期点検の内容（1／2）

点検項目	点検内容	判定基準	異常時の処置
日常点検項目	表 1 の日常点検項目に関し異常の無いことを確認	表 1 参照	表 1 参照
稼動時間・回数のチェック	稼働時間や回数による寿命，劣化部品をチェック	有寿命部品は寿命に至る前に交換（予防保全）	寿命に至る前に交換，オーバホール（予防保全）
電池	バッテリエラー有無の確認 PLC の停止時間（電池使用時間）の確認	バッテリエラーの表示がないこと。 予想寿命時間を超過していないこと。	寿命に至る前に交換（予防保全） **寿命に至っていなくても，2年毎に交換することをお奨めします。**
リレー	使用時間，回数，負荷の確認	予想寿命時間，回数を超過していないこと。	寿命に至る前に交換（予防保全）
光通信モジュール	使用時間の確認 光出力の測定	光出力が使用範囲内であること。	寿命に至る前に交換（予防保全）
ヒューズ	ヒューズ溶断の有無 使用時間，回数の確認	ヒューズ溶断のないこと。	寿命に至る前に交換（予防保全）

表2　定期点検の内容（2／2）

点検項目	点検内容	判定基準	異常時の処置
予備プログラム	現用のプログラムと同一内容かを確認	現用のプログラムと一致しているか	現用プログラムのバックアップ
予備品	保管個数の確認	適正な数量があるか確認	不足分は手配する
	保管環境の確認	仕様範囲内であることを確認	仕様範囲内の環境となるよう対策
	動作確認	実機に取り付けて使用通りの動作を確認	修理依頼
接地抵抗	接地抵抗の値を測定	規定内であることを確認	原因を見つけて改善
絶縁抵抗	絶縁抵抗の値を測定	規定値以上であることを確認	原因を見つけて改善

表2は PLC の定期点検の内容ですが，そのシステム内で使用されているセンサや駆動システムなども同等のレベルで点検を行う必要があります。また，定期点検時にアナログ入出力の校正を行う必要があります。例えば，アナログ入力においては正確な5Vを入力し，変換されたディジタル値が規定値になっているかをチェックし，違っていれば校正を行う必要があります。

また，表2は一般的な定期点検項目を記載したもので，各機種固有の点検項目に関しては各機種の取扱説明書・マニュアルを参照してください。

３．４　使用環境のチェック

PLC システムを設置する場所の使用環境は，設置前にチェックしておく必要があります。そして，不具合があれば，改善しておく必要があります。なお，周辺機器は PLC 本体とは異なる環境で使用される場合もあるので，これもチェックしておいてください。

設備の変更，改造，増設，入れ替えなどにより，設置時の環境を継続していない場合も散見されます。例えば，消費電力の大きな設備を設置すれば電圧降下や瞬時停電の機会が増えますし，高いノイズを発生する機器を設置すれば，ノイズによる誤動作が起る可能性もあります。

したがって，予防保全の項目の一つとして，日常点検の他に設備の変更や増設時などの際，使用環境のチェックも必要です。使用環境のチェック項目とその時期としては，次が考えられます。

① 電源・・・・・・日常点検並びに設備の変更時一般
　定常的な電圧値，変動の幅，波形歪み，高調波，ノイズ，サージインパルス
② 電界，磁界・・・日常点検並びに高周波機器，大電流機器を設置時
③ 温度・・・・・・日常点検並びに周囲環境が変ったとき
④ 湿度・・・・・・日常点検並びに周囲環境が変ったとき
⑤ 振動・衝撃・・・日常点検並びにこれらを発生する機器の設置時

いずれも，測定値が PLC の仕様の範囲内であるよう維持してください。

4. 事後保全

PLC のように寿命が長く，劣化する部品の少ない電子機器では，予防保全を行っても故障が皆無ということはなく，事後保全となることが多くなります。

事後保全で重要なことは，次の4項目です。

① 故障の真の原因をつかむこと。
② システムの停止時間を最小限にすること。
③ 復旧に際しては慎重に運転に入ること。
④ 再発を防止すること。

これらのことをうまくこなすには，次の項目が重要となります。

a. 対象の設備，機械をよく理解していること。
b. PLC や関連機器についてよく知っていること。
c. 周辺機器の操作に慣れておくこと。
d. 事故前後の発生状況を把握しておくこと。
e. 原因と対策をよく理解すること。

事後保全では，異常の発見，原因の把握，修復の手順，つまりトラブルシューティングが行われます。トラブルシューティングについては，次項で詳細に述べます。

5. トラブルシューティング

5．1 トラブルの種類

5．1．1 トラブルの種類

いわゆる“トラブル”には，次のような種類があります。

表 3 トラブルの種類

種類	説明	エラー状況
ハードウェア故障	例えば， —CPUが起動，演算しない。 —出力がON，又はOFF したまま。	異常状態が継続する。 (該当するハードウェアの交換で復旧する。)
PLCシステム誤動作	例えば， —高周波ノイズ，雷サージ，外来電波，静電気 —電源電圧低下，瞬時停電，開閉サージなどの原因によって，CPUが誤演算，誤出力などが発生	異常状態は一時的に発生。継続しない。 (原因の除去や電源際投入などによって復旧する。)
事故によるトラブル	例えば， —電源又は負荷の短絡，信号線の切断 —PLC操作誤り，周辺機器の操作誤りなどによって，トラブルが発生	事故の種類によって，異常状態が継続する場合としない場合がある。(事故の修復によって復旧する。)
プログラム不具合	例えば， —プログラムミス：信号名や入出力番号の誤記など —入力信号が正規のタイミング又は条件で発生しなかった場合これを処理するプログラムが存在しない	異常状態は一時的に発生。継続しない。

5．1．2 PLC の故障箇所

PLC の故障で多く発生するものには，次のような種類があります。

表4 PLC の故障箇所

種類	主な要因
I/O（入出力部）	外部の機器と接続され，外部配線からのノイズやサージが大きいことと，出力部では負荷短絡があるため。PLCの故障としては最も件数が多い。
CPU	部品点数が多いため
電源	電源線からのノイズ，サージによるものと，大きなパワーを扱うことによる発熱で電解コンデンサなどの部品が劣化するため。 PLCの故障としてはI/Oに次いで件数が多い。
周辺機器 （主に専用機）	フロッピィディスクや表示器などのデリケートな部品が多いため。
その他	特に通信系モジュールなど，外来ノイズなどによる通信ポート故障などが多い。

５．２ トラブルについての一般論

５．２．１　トラブルの種類と原因に関する一般論

トラブルの原因として挙げられるのは大きく以下の3種類に分類できます。

① ユーザでの取扱いや環境によるもの

ノイズ，負荷短絡，プログラミングミス，接続不良，振動と衝撃など。

② メーカ責任

初期不良やロット不良，設計ミス，調整不良など

③ 原因不明

電源の電圧降下，瞬時停電，高調波による波形歪みなど，現象の再現や追跡調査が困難な場合などや，トラブル発生でPLCシステムの電源を切ったり，あるいはリセットをしてしまったり，さらには原因調査を行わずにモジュールを交換してしまったりなどし，原因追究ができなかったケース。

このうち，③の原因不明のままでは，適切な対処が困難であるとともに，復旧後同様のトラブルの再発を予防することができません。トラブルの修復を急ぐあまり，十分な調査・原因究明を行わずにトラブル状態のクリアを行わないようお願いいたします。

トラブルの種類としてはハードウェアによるものとソフトウェアによるものがあります。トラブルシュートにあたっては，どちらが原因かを追究，把握する必要があります。ハードウェアのトラブルは，大別してPLCとセンサやドライブ装置を含む入出力機器があります。

① ハードウェアの故障

CPUがまったく演算しないとか，出力がONまたはOFFのままとか，継続して異常状態となる場合です。該当のハードウェアを交換して修復するもので，そのハードウェアは修理するか，故障の内容や程度によっては廃却となります。

② PLCシステムの誤動作

ノイズ，サージ，電源電圧降下，瞬時停電，外来電波，静電気などの原因によりCPUの誤演算，誤出力などが発生するもので，これらの原因が除去されると正常に復帰するトラブルです。一般に，一時的に発生するもので，トラブル状態が継続するものではありません。

③ 事故によるトラブル

電源または負荷の短絡，信号線の切断，PLC の操作誤り，周辺機器の操作誤りなどにより発生するトラブルで，事故の修復によりPLCシステムは正常に復帰します。

④ プログラムの不具合

一般に，制御プログラムは制御対象が正常に動作していることを前提に作られています。しかし，例えば入力信号が正規のタイミングや条件で発生しなかった場合，PLC 側ではこれを処理するプログラムが存在しない場合，外見上では制御が行き詰まっているように見えたり，あるいは，それまでは正常に運転していたので，ハードウェアの故障のように見られることがあります。また，ときどき見られるケースですが，プログラムが不完全で，入力信号のタイミングずれなどにより制御動作が進まず，一見してPLCが演算不良を起しているように判断されることがあり，この場合，PLC をリセットし，機械を原点に復帰してから運転を再開すると正常に運転するため原因不明のPLCの不良や異常，故障にカウントされてしまうケースもあります。

５．２．２　トラブル発生のパターンと原因

制御対象の誤動作，PLC のエラーなどのトラブル発生のパターンと原因には，次のようなものがあります。

① 頻繁に発生

頻繁に発生するとき，ハードウェアがどれもこれも不良品ということはあり得ないので，使用している環境に問題があると推察できます。例えば，以下のような原因によるものです。

a．電源電圧の低下，瞬時停電，大きな波形歪み
b．過大なノイズ，サージ
c．接続部の接触不良
e．静電気障害
f．電磁波障害

② 1回だけ発生

1回だけそのトラブルが発生し，以後発生しない場合です。継続性のない突発的なトラブルで，原因には次のようなものが考えられます。

a．落雷によるサージ
b．大容量電源の短絡事故

③ 決まった時刻，あるいは時間帯に発生

常時ではないが，決まった時刻か時間帯に発生するトラブルで，つぎのような原因が考えられます。

a．多くの機械，設備が同時に運転したときの電源電圧の低下
b．同じく，大量のノイズの発生
c．大容量負荷からの漏れ電流による接地電位の上昇

④ 電源投入後，ある一定時間経過すると発生

電源投入による温度上昇で半導体内部にかかる温度ストレスが変化し，素子とリード線の接続部が微妙に動き，接続が不完全になることで発生する場合があります。これは，ボンディング不良といい，半導体素子の不良です。

また，やはり温度によりプリント基板のはんだ付け部が接続不良になることがあります。盤内の温度が飽和すると半導体やはんだ付け部にかかるストレスが変化しなくなるので，そのまま放置しておくと直ることもあります。

⑤特定の制御動作のときに発生

特定の制御動作のときに誤動作などのトラブルを発生するもので，次のような原因が考えられます。

a．その制御動作時にON，OFFする負荷のノイズ
b．関係する入力信号のタイミング，幅，順序などのばらつき

⑥ 特定の出力機器の動作時に発生

特定の出力機器（負荷）のONあるいはOFF時に発生するもので，次のような原因が考えられます。

a．出力機器のON時に発生するのであれば，その出力機器のON時の突入電流による電源電圧の低下
b．出力機器のOFF時に発生するのであれば，その出力機器からのノイズ
c．大容量負荷の電源線から PLC システムの入力信号回路への電磁結合による誘導電圧の発生

⑦ 別のシステムの動作と同期して発生

他のシステム（機械，設備）の動作と同期して発生する場合です。

a．ノイズ，サージ

b. 電源電圧の低下，瞬間停電，波形歪み

⑧ 多くの設備が運転中に発生

多くの設備が稼動しているときに発生するもので，次のような原因が考えられます。

a. 電源電圧の低下，波形歪み

b. ノイズの発生

⑨ フォークリフト（ガソリンエンジン）か自動車が近くを通ると発生

a. ガソリンエンジン車の点火系統からのノイズ（イグニッションノイズ）による影響

⑩ 制御盤の扉を開けると発生

a. 盤の扉をあけることによりシールド効果がなくなり，電波性のノイズが飛び込んでくるために発生する。

b. まれなケースであるが，盤に取付けてある蛍光灯の点灯時のノイズでトラブルが発生することがある。

⑪ 近くでトランシーバを発信すると発生

トランシーバの電波が直接にCPUに飛込むか入出力の信号線に混入し，誤動作を発生させるもの。トランシーバの送信行うときは，PLC を設置した場所から離れて行う必要があります。

実際のトラブルシューティングにおいては，上記のようなトラブル発生のパターンやハードウェア故障かソフトウェア（プログラム）による誤動作か等の見極めが非常に重要です。

5．2．3　ハードウェアのトラブル

ハードウェアのトラブルには，故障と誤動作があります。故障には永久故障と一時的な故障があります。通常は修理を必要とする永久故障が多いのですが，半導体を使用した電子機器ではときどき，故障が発生しても正常に復帰する一時的な故障があります。このような一時的な故障を起すハードウェアは，交換する必要があります。

日本では，ロット不良を除けば PLC の品質が極端に悪いことはほとんどなく，次から次へとハードウェアが故障することはないまずないと考えてよいでしょう。ハードウェアの故障が異常に多いのであれば，使用環境を点検する必要があります。電気的な環境としては過大なノイズ，抑制されていないサージがあります。また，物理的な環境としては，温度，湿度，振動，衝撃があります。いずれも規定範囲を超えた場合には PLC に対して大きなストレスとなり，故障の発生が多くなります。

ハードウェアの故障は，故障したと思われるハードウェアを良品のハードウェアと交換することで確認できます。交換により正常に復帰するようであれば，そのハードウェアが不良であったことになります。なお，念のために，正常に復帰した後，再び故障と思われるハードウェアに戻し，トラブルが再現するようであれば，間違いなくそのハードウェアが故障であったことが証明されます。故障と思われるハードウェアに戻したら故障が再現せず，正常に動作するようであれば，他の原因と推察できます。

ハードウェアの交換は必ず電源を切って行ってください。この電源断と再投入は，PLC システムの初期化とシーケンスの初期化が行われ，かつ制御対象の原点復帰も含みます。したがって，プログラムの不具合で制御対象が停止し，これをハードウェアの不具合と判断して上記のことを行った場合，一見してトラブルが解決できたように見えます。こうしてハードウェアトラブルとなったモジュールは，弊社で調査しても不具合が見つからず，いわゆる原因不明となってしまうケースが多いです。

5．2．4　ソフトウェアのトラブル

ソフトウェアのトラブルには，次のようなものがあります。

① プログラムミス

明らかなミスは，制御対象が動作しないことから，発見は容易です。プログラムのミスは，信号の組合せを間違える論理ミス＝設計ミス，信号名や番号の誤記，周辺機器での入力ミスなどにより発生します。

よくあるミスは，通常はほとんど有効とならないインターロック信号の不適正，入出力番号のミスなどで，正常時は問題とならないが，異常発生時にインターロックが行われず，制御対象の暴走となることがあります。

② 異常時のプログラムなし

一般に，制御プログラムは入力信号の順序やONとOFFのタイミングと時間が正しく入力されていることを前提としてプログラムが作成されています。したがって，信号の順序が逆になったり，ONすべき信号がOFFのままであったりすると，それ以後の制御動作の進行ができなくなり，あたかも PLC のハードウェアが誤動作か故障しているかのように見えることがあります。制御対象の原点復帰や PLC をリセットすると正常に戻り，トラブルシューティングを困難にする場合が多くなります。

正常な信号入力を元にプログラムを作成することは当然のことですが，異常発生はあり得ることなので，これに対処するプログラム（最低でもシステムを安全に停止させるインタロックプログラム）を用意しておいたほうがよいでしょう。

5．3　トラブルシューティングの基本

システムの信頼性を高めるための手段が保全ですが，トラブルが発生したときに原因を把握し，迅速に対応して復旧することも重要です。以下に，トラブルシュートの基本的な次項を説明します。

5．3．1　状況の把握

(1) トラブルの発生状況（現状）の把握

以下のような項目を確認する。

①　制御対象の状況

a．制御対象のどのステップ（工程など）で発生したか

b．制御対象は停止状態か運転状態か

c．単なる停止か，暴走，順序違いなどの誤動作の有無は

②　入出力機器の状態

a．ONまたはOFFすべきものがどうなっているか

③　PLC の状態

a．CPUやモジュールの表示の状態・・・POWER，RUN，エラーなどのランプ

b．電源の状態・・・電圧，波形

c．各種設定スイッチ類の状態・・・モジュール・ベースなどの番号設定

d．コネクタ，ケーブル類の状態・・・コネクタの外れ，断線など

(2) トラブルの確認

トラブルの原因が内部（PLC 自体）か外部（制御対象）かを確認する。

①　CPUにエラーが発生しているとき，RUNのままリセット操作を行う

a．リセットを行ってエラーがなくなれば，CPUのハードウェアの故障ではなく，外部に要因があると推定できる。

1）電源の不具合・・・・電圧低下，瞬時停電，高調波歪み

2）過大なノイズ，サージ，電磁波

3）接地電位の浮上り

b．リセットを行ってもエラーが解消されなければ，CPU，メモリなどのハードウェア（内部）の故障と考えられる。

② CPUにエラーが発生していないとき，周辺機器により制御状態のモニタを行う。制御対象の動作状況からトラブルを発生した動作ステップ（工程）を把握し，該当のプログラムを見つけ，周辺機器により信号のON，OFF状態やレジスタの内容などをモニタする。

a．入力信号が正常か・・・関係する信号のON，OFFのパターンなど

b．出力信号はどうなっているか・・・正規の状態に出力されているか

c．該当プログラム中の内部出力の状態はどうなっているか

上記のモニタにおいて，

1）CPUにエラーが発生してなければ，CPUのハードウェア故障ではない。

2）入力信号が正しく入力されてないときは，入力機器の不具合（外部），あるいは入力モジュールの不具合（内部）と考えられる。

3）入力信号が正しく入力され，プログラム上での出力信号が正規の場合は，出力モジュールの不具合（内部），あるいは出力機器の不具合（外部）が考えられる。

③ CPUをRUNのままリセット操作を行う

a．制御対象が正常に動いたとき・・・プログラムに異常はなく，外部入力号のタイミング不良，信号の幅の狭すぎ，センサの一時的な故障・誤動作，接続部の一時的な接触不良など，外部機器の不具合

b．制御対象が動作しないとき・・・通常はこれである

④ CPUをリセットし，その後制御対象を原点の状態にし，CPUをRUNにしたとき

a．制御対象が正常に運転できたとき

1）内部・・・CPUの一時的な誤動作，入出力モジュールの一時的な不具合

2）外部・・・入出力機器の一時的な故障，不具合，配線・接続部の一時的な不具合

b．制御対象を正常に運転できなかったとき

1）入出力機器の永久故障（外部）

2）入出力モジュールの永久故障（内部）

3）外部入出力配線の切断，接触不良（外部）

(3) トラブル発生のパターンの把握

同じようなトラブル，不具合が頻発するようであれば，その発生パターンを把握しておくと，トラブルシュートに有効な情報となります。

5．3．2 トラブルシュートの実行

5．3．1項(2)のトラブルの確認により，PLC か外部機器かの確認後にトラブルシュートを行うことになります。トラブルシュートには，次のような手段がありますが，各機種毎のトラブルシュートについては，その機種のマニュアルを参照下さい。

(1) 周辺機器によるモニタ

トラブル発生の原因が何であっても，制御状態がどのようになっているかを確認する必要があり，周辺機器により外部入出力信号，内部出力，レジスタ内容などの状態をチェックすることが必要です。そして，チェック結果によりPLC か外部の制御対象かを判定を行ってください。

周辺機器によるモニタでは，次のような手法で確認します。

① 回路モニタ

ラダー図プログラム上で関係する入出力信号のON，OFFや，レジスタの内容などを調べます。

② リストモニタ

一括して多数の信号，レジスタなどの内容を調べます。

③ サンプリングトレース

関係する信号を設定しておき，信号の時系列の変化状態を記憶させる機能です。トラブル発生時，信号の状態記憶を即停止するか発生後も少し記憶させます。この記憶の内容を周辺機器で見ることにより，時間的な信号の変化を知ることができます。まれな，あるいは原因追究が困難なトラブルの原因追究に使われます。

④ ステータスラッチ（停電記憶）

トラブル発生でCPU が停止した時，指定した信号をメモリに記憶・保持する機能です。停電記憶された信号の値を周辺機器でチェックし，矛盾する信号が発生していたり，必要な信号が無かったり，不要な信号が出ていたりすることを知ることができ，原因追究に有効です。

(2) 外部機器が不具合のとき

ここでいう外部機器は，PLC の入出力部と接続されている入出力機器を指します。 センサのような入力機器の場合，例えばONすべき制御対象の状態にもかかわらずOFFのとき，また，電磁弁のような出力機器の場合，PLC がONにもかかわらず動作しないようなときに不具合として発見できます。 ともに交換により正常に復帰するようであれば，その機器が原因であったことになります。なお，入出力機器とPLC 間の配線が断線，短絡，あるいは接触不良の場合，入出力機器の不具合と同様の状態となるので，実際に PLC 側と機器側で電圧や電流を測定して確認する必要があります。

(3) PLC のハードウェアの不具合

① エラー検出をしているモジュール

通常，CPUやインテリジェントな特殊機能モジュールは自己診断機能によりエラー検出を行っています。

a．リセット操作を行ってエラーが消えるようであれば，一般にハードウェアの故障ではない。
おそらく，一時的な電源の低電圧（電圧降下），波形歪，ノイズなどが考えられます。

b．リセット後に再びエラーが出るようであれば，そのモジュールの故障と考えられます。

通常，自己診断機能によりエラー検出（WDTE 等）を行っているモジュールでは，検出結果をコード番号のような形でメモリ（データレジスタ）に格納してあります。（各機種のエラー表示に関しては各

機種のマニュアルを参照下さい。） 周辺機器によりこれを読み出せば，不具合の内容を知ることができます。修復を急ぐあまり，エラーコードのチェックをせずにリセット操作，電源を切ってのモジュール交換を行うと記憶しているエラーコードが消失し，不具合の原因追究を著しく困難にします。ぜひ，エラーコードの確認を行ってから電源断なり交換なりを行ってください。

② エラー検出のないモジュールON，OFFのディジタル入出力モジュールなどではエラー検出を行っていませんので，外部機器と組み合わせて（配線して）正常な動作か否かを確認します。

a．入力モジュール
入力機器側がONにもかかわらず，PLC 内部の信号がOFFであれば，そのモジュールの不具合と考えてよい。

b．出力モジュール
PLC の内部信号がONにもかかわらず外部出力側がONになっていなければ，その出力モジュールの不具合と考えてよい。

一般に，PLC のハードウェアの不具合は，該当のモジュール，ユニット類の交換により修復します。修復を急ぐあまり，電源断，直ちに該当と思われるハードウェアの交換，というパターンが多いようですが，電源断を行うと制御は初期状態に戻り，またいつかの時点で機械は原点に復帰します。もしプログラムの不具合で制御が停止したような場合，動作が初期状態に戻ってからの再起動となり，正常に復帰してしまうため，運転としては正常に戻り，まるで交換したモジュールが原因であったように見えることがあります。

このような場合，交換したモジュールを弊社に送って頂き，調査しても不具合現象が再現されず，原因究明が不可能になるばかりでなく，交換後もまた同じ不具合が再発することも考えられます。

したがって，先にも述べたように，周辺機器を使って制御状態の確認を行ったり，エラー発生であればそのエラー番号を読み取ってからハードウェアの交換を行うようにしてください。

（4）PLC のプログラムが不具合のとき

一般に，PLC のプログラムは制御対象が正常に動作していることを前提にして作成されています。そのため，例えば，関係する複数の信号間で変化の順序が逆転したり，信号の持続時間が異常に短かったりしたような場合，これに対応するプログラムが存在しない場合，いわゆるシーケンスが進行しない状態となって運転が停止する場合があります。これは，あたかも PLC のハードウェアの不具合のように見えますが，実際はプログラムの不具合です。（とは言っても，さっきまでは機械は正常に動いていたのであるから…と，PLC のハードウェアが真っ先に疑われてしまうのが実情ですが。）

このとき，CPUのリセット操作，手動運転による機械の原点（運転開始条件）復帰によりシーケンスが初期状態に戻り，正常に復帰します。これをリセットスタートといいますが，このような場合，一般に PLC のプログラムの不具合といえます。

他のプログラムの不具合には，過剰なインターロックによる停止，インターロック不足による暴走などがあります。

安易にハードウェア故障と断定し，前述のような詳細調査・原因究明を行わずにハードウェア交換を繰り返すのは，同じトラブルの再発を招く恐れがありますので，必ず十分な調査の実施を行ってください。

（5）異常の再現による処置，対策の確認

原因と思われる PLC のハードウェアや入出力機器を交換して正常に復帰した場合，それが真の原因であったかどうかは元のものに戻し，トラブルが再現できれば正しい処置であったことが確認できます。

同様な処置にノイズ対策があります。ノイズ対策を実施してよくなったと思われるとき，そのノイズ対策をしない状態に戻し，ノイズによる障害が発生するようであれば，対策が正しかったことになります。

PLCのハードウェアを交換して正常に戻った場合，元のハードウェアに戻してトラブルが発生するようであれば，そのハードウェアが原因であったことになります。しかし，トラブルが発生しなければ，交換前のそのハードウェアは正常であったことになります。

この確認を行わない場合，プログラムの不具合であってもそのハードウェアが原因であったとされ，メーカに戻されてテストを行っても正常の判定となることがあります。これが"原因不明"のトラブルとなってしまい，また，そのハードウェアは前科者扱いになってしまいます。

以上のようなトラブルに対する一次故障診断は，原則としてお客様にて実施をお願い致します。 ただし，お客様の要請により弊社がこの業務を有償にて代行することも可能です。お気軽に弊社に御相談下さい。

尚，この場合においても修復を急ぐあまり，エラーコードのチェックをせずにリセット操作，電源を切ってのモジュール交換を行うと記憶しているエラーコードが消失し，不具合の原因追究を著しく困難にしますので，十分な調調査・原因究明を行わずにトラブル状態のクリアを行わないようお願い申し上げます。また，このような場合においても有償料金は弊社の料金規程により，お客様にご負担をお願いいたします。

6. PLC の自己診断機能について

6．1　RAS機能とは

6．1．1 RAS機能の一般論"RAS"の意味は次のとおりです。

R ： Reliability・・・・・・信頼性
ハードウェアやシステムにおける信頼性を表し，故障に関係します。

A ： Availability・・・・・アベイラビリティ
設備としての有効性あるいは稼動性を表します。

S ： Serviceability・・・保全性
保全の容易さを表します。

トータルして，設備の稼動率を高める機能といえ，例えば，5年ぶりに故障したとすると，5年間無故障であったとすれば，Rは高いといえます。しかし，予備品が無かったり，修復に慣れていなくて多くの時間を要したとすればSが低いことになり，その結果Aが劣ることになります。

また，ときどき故障するが，短時間で修復できるとすれば，Rは低いがSが高く，結果Aがよいことになります。

RAS機能は，各機能がバランスよく高めであればあるほどよく，このRAS機能は全ての機能を有する部品，装置，システムに必要な機能である。また，RAS機能の実現は，制御システムの設計，製作，保全を行う技術者に要求されるテクニックや素養ともなります。

6．1．2 PLC のRAS機能とは

PLC は，誰が，どのような機械に，どのような使い方をするか分からない，いわゆる汎用製品です。そのため，トラブルシュートを容易にし，修復を早めるためにRAS機能を充実させています。

PLC のRAS機能は，具体的には「自己診断機能」になります。PLC のハードウェア，プログラムに不具合が発生した場合，これを自己診断機能により検出し，メモリにコード番号や状態信号として記憶しておきます。トラブルシュート時に周辺機器によりこれを読み出せば，トラブルの原因が判明します。つまり，PLC では自分の不具合を自分で見つけているわけです。なお，全トラブルの検出は不可能で，主要なものに限定されています。

ある種の専用コントローラなどでは，コスト追究の結果，自己診断機能が無かったり，あっても不十分なケースも多く見受けられます。これでは，トラブル発生時の保全を困難にするため，特に稼動率や停止時間を問題にする用途では，このようなコントローラを使わず，コスト，機能，性能に多少問題があっても PLC を使うユーザもいるほどです。

日立 PLC では，自己診断機能以外のRAS機能として，次のような例があります。これを見ると，汎用パソコンによるコントローラでは，RAS機能はほとんど無いと言っても過言ではありません。

①　信頼性Rの向上・・・設計，製作，品質保証の段階で所要の品質を作り込み，信頼性の向上に不断の努力をはらっています。

②　保全性Sの向上・・・ a．　モジュールのワンタッチ交換
b．　自己診断
c．　LED 等による各種エラー・警告表示
c．　(タイミングチャート)トレースモニタ・トリガ回路モニタ
d．　停電記憶機能

③　アベイラビリティAの向上・・・ a．　CPU リンク・リモート　バイパス機能
b．　CPU リンク・リモート・各種ネットワークを介した
プログラミング・モニタツール接続

6．2　PLC の自己診断機能

6．2．1 PLC の自己診断機能の種類

以下に，弊社 PLC の CPU モジュールにおける主要な自己診断機能の例を示します。自己診断の結果がON，OFFのビット信号またはワードデータとして特殊内部出力に格納されるもので，通常はビットON若しくは 0 以外の値を表示することで異常やエラーが発生したことを示します。

CPU モジュール以外の診断の項目は機種によって異なるので，使用機種のマニュアルなどを参照下さい。

①　自己診断エラー・・・自己診断の結果，トータルとしてエラー発生を示す
②　演算エラー・・・・・演算エラーの発生
③　電池電圧低下・・・・メモリバックアップ用電池の容量低下の警報
④　ACダウン検出・・・規定の瞬時停電時間以内の瞬時停電，電圧降下が発生
⑤　入出力ユニット照合エラー
・・・入出力ユニットの装着状態が電源投入時に登録された状態と異なっている
⑥　パリティ発生・・・・メモリのパリティ発生を検出
⑦　ウォッチドッグタイマエラー・・・規定の時間以内にプログラムのスキャンが終わらず，演算渋滞発生
⑧　ヒューズ断検出・・・出力ユニットのヒューズ断を検出
⑨　データリンク異常・・データリンクのユニット，パラメータ，回線などの異常を検出
⑩　瞬時停電・・・AC電源の瞬時停電，電圧降下が発生
⑪　通信エラー・・・周辺装置等との通信エラーが発生
⑫　システム・メモリエラー・・・・マイコンやメモリ異常を検出

6．2．2 PLC の自己診断機能の活用

PLC のエラーランプが点灯したトラブル発生時には，前項の特殊内部出力の内容を周辺機器を使って読み出せば，トラブルの内容が判明します。その内容に従って処置を行えば，修復を早めることができます。

例えば，広い範囲に PLC が設置されているネットワークシステムでは，トラブル発生の局番を知ることができ，いち早くその局の対処が可能です。あるいは，不意の運転停止のような場合，瞬時停電検出がONになっていれば，AC電源の停電あるいは電圧降下が原因であることが分かります。

弊社にお問い合わせになる際には，現象のほかに自己診断結果（特殊内部出力）の状態をお知らせ頂ければ，原因の追究が早くできますので，ご協力をお願いいたします。

7. PLC の寿命について

PLC に使用しているハードウェアの部品については，有寿命部品があります。この寿命は部品固有のものと，物理的な環境や運転パターン，外部機器の定格などの使用環境により影響を受けます。以下に，寿命についての一般的なことを説明します。個々のハードウェアの寿命などについては，使用している機種のマニュアルや技術資料によるか，弊社にお問い合わせください。

7．1 使用年数と故障の発生について

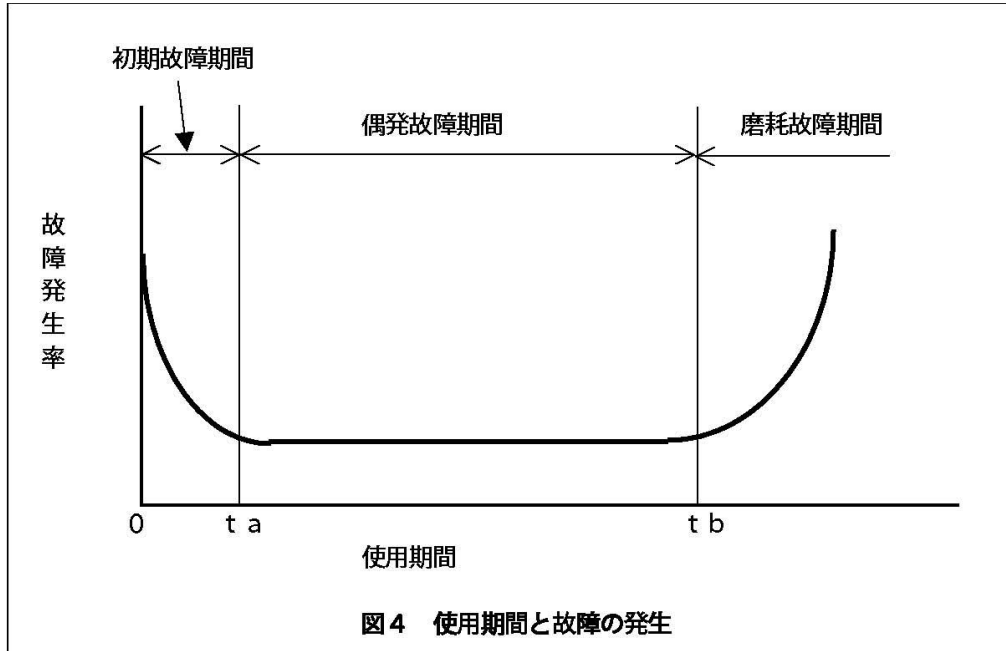



図４ 使用期間と故障の発生

図4はハードウェアの使用期間と故障発生率の関係を示すグラフです。通常，この曲線のグラフをバスタブカーブといいます。

初期故障期間は，製造，検査の過程でのスクリーニングやエージングで除去できなかった要因による故障の発生期間です。この期間（納入後1年以内）の故障の発生は，弊社の責任において無償で修理・交換いたします。（一般にいろいろな電子機器での初期故障の発生期間は，実稼動時間にして1年間，約3,000から5,000時間と言われています。）

偶発故障期間は，磨耗が進行する以前に，任意に発生する予期できない突発的な故障が発生する期間です。例えば，サージによるハードウェアの損傷，電源の異常な高電圧による発熱に伴う電源部の故障，あるいは負荷短絡による出力モジュールのヒューズ断，などのイメージです。この偶発故障期間の故障発生率は，部品の選定，設計マージンの取り方，スクリーニングとエージングのテクニックのほかに，ユーザでの使用環境に大きく依存します。ユーザでの使用環境では，一般に24時間連続運転に対して8時間や10時間運転の方が故障が多いと言われています。これは，頻繁な電源の入り切りがあると発熱に伴う温度の変化が大きく，これによるストレスの変化が大きく，これが故障発生の要因となっているためです。

なお，MTBF（Mean Time Between Failure：平均故障間隔時間）は，この期間の値です。

一般に，この偶発故障期間が耐用年数あるいは耐用寿命と言われます。磨耗故障期間では，耐用年数の末期より部品の劣化や磨耗により故障の発生が急激に増加する傾向にあります。この時点で劣化，磨耗した部品を予防保全により交換することにより，耐用年数を延長することができます。PLC の耐用年数は，リレー接点のような磨耗性の部品や腐食性の周囲環境などを別にすれば，定格動作条件の下で少なくとも10年以上はあるよう設計しています。

7．2 PLCの寿命部品の種類

PLCのハードウェアの中で，半導体素子を除いた寿命のある部品は，次のようなものがあります。

① リレー・・・・・・・・機械的寿命と開閉回数，電気的寿命に関係する負荷の投入・しゃ断電流と力率（AC負荷のとき）が寿命に関係する。

② ヒューズ・・・・・・・特にAC負荷の場合，突入電流による疲労があり，定期交換が必要。

③ 電源部・・・・・・・・アルミ電解コンデンサの容量抜けが最大の要因となる。PLC では，電源モジュールだけではなく，CPUモジュールなどでも電解コンデンサを使用しているので，配慮が必要。

④ 電池・・・・・・・・・・一次電池では，充電はできませんので容量を使い切ると寿命となる。

⑤ 光通信素子・・・光通信素子に用いるLEDやPDも寿命があり，経時的に光出力の低下，受光感度低下が生じます。

いずれも 3．予防保全 の項に示したとおり，日常点検・定期点検で使用時間や状態を確認するとともに，予想寿命に到達する前に交換することをお奨めします。

8．PLCにおける保全の要素

ここでは，突発的なハードウェアとソフトウェアのトラブル以外の保全の要素を説明します。

8．1 消耗部品，磨耗部品

消耗部品には電池が，また，磨耗部品にはヒューズ，リレーがあります。

8．1．1 電池

弊社では電池は電圧（容量）低下の警報が出なくても2年毎に定期（予防）保全で交換することをお奨めしています。電池の保全についての詳細は第3章にあるので，参考にしてください。

8．1．2 ヒューズ

ヒューズは電源部の入力側と，外部出力部の素子の保護に使われています。特にAC負荷の場合，定格負荷電流の数倍から10倍にも達する突入電流によりエレメントが疲労し，ヒューズ断となる可能性があります。その寿命は，突入電流の大きさ，頻度，回数などにより影響を受けます。ヒューズの交換に際して，絶対に定格より大きな電流のヒューズと交換してはいけません。ヒューズが断になってから交換していたのでは，設備の運転停止となります。したがって，定期交換を行うとよいでしょう。

なお，PLC の出力部のヒューズは出力素子の保護用であって，外部の負荷の保護用ではありませんので，負荷の保護が必要であれば，外部回路で行う必要があります。

8．1．3 リレー

有接点リレーには，開閉回数による機械的寿命と，接点の通電電流およびしゃ断電流と開閉回数による電気的寿命があります。一般に，定格電流を投入・遮断した場合，電気的寿命より機械的寿命の方が長く設計されています。機械的寿命になった場合，接点の動作に時間がかかるようになり，出力信号の遅れとなって現れます。電気的寿命の場合は，接点の磨耗となり，接触不良となって現れます。また，過大電流が流れたときは，接点の溶着もあり得ます。

リレーに関しても日頃からその動作状況（通電・しゃ断電流，開閉回数）を把握され，寿命に至る前に定期的に交換されることをお奨めいたします。尚，弊社PLCに使用しているリレーはほとんどがプリント基板に直接ハンダ付けされているものですので，ユーザでの交換はできません。弊社工場での交換となりますので，ご用命ください。

8．2 寿命部品

8．2．1 電源部のアルミ電解コンデンサ

寿命部品には，PLC や周辺機器の電源部などに使用しているアルミ電解コンデンサがあります。これは，長期間使用した場合，コンデンサの電解液が変質し，容量抜けやリーク電流の増加となり，直流電圧のリップルが増えます。 このコンデンサの寿命は，温度によって影響を受け，「アレニウスの法則（10℃ 2倍則）」によると，温度が10℃高いと寿命は1／2になり，10℃低いと2倍に伸びるという特性をもっています。寿命の判定は直流電圧のリップルを測定すれば判りますが，ユーザではできないケースも多いと思います。 このような場合には，弊社にて電源モジュールの劣化診断を有償にて承りますので，ご相談ください。

また，アルミ電解コンデンサの容量抜けは，使用しない状態での保管でも発生します。したがって，予備品は2年以内をめどに，できれば1年ごとに常用品とローテーションすることをお奨めします。

8．2．2 光通信素子

光 CPU リンクモジュール・光リモートモジュールに使用している光通信素子（LED）も，寿命があります。LED は一般に定格使用で 100,000 時間（約 11 年）以上の期待寿命を有するよう設計されています。光通信素子（LED）の劣化に伴い，送信出力が低下するため徐々にシステムマージンが少なくなり，最後には光パワー不足による通信エラーに至ります。光通信素子（LED）の寿命は，使用開始時の光出力の 1/2 の出力（光出力が 3dB ダウン）を以って寿命と判定します。先に記載の定期点検において光出力を測定しておき，寿命に至る前に交換をお奨めいたします。

8．2．3 表示器・プリンタ

寿命部品には，周辺機器の表示器があります。寿命に達すると輝度が低下し，またコントラストも低下します。ユーザでの交換はできないので，メーカに修理として出す必要があります。また，ドットプリンタの印字ヘッドも寿命部品です。特にラダー図プログラムのプリントアウトに使用すると，ラダー図の横線のドットの磨耗が著しくなります。これは，プリンタメーカでの交換となります。

8．2．4 EEPROM・FLASH メモリ

PLC のプログラムメモリに使用するEEPROMや FLASH メモリには，書き替え回数の制限があります。（いずれも一般に数十万回程度と言われています。）通常の使用上，メモリの書き換え制限を越えることはほとんどありませんが，プログラムの小修正を繰返しているとかなりの回数になることがあります。回数を超えそうなときは，他の新品と交換する必要があります。頻繁にプログラム書き換えを行う用途で長期間お使いの場合には弊社に御相談ください。

8．3 外部機器

PLCと直結されている各種の入出力機器についても，PLCと同様の保全が必要です。特に留意が必要なことは，次のとおりです。

① 接点機器類・・・・・・・機械的，電気的寿命
② アクチュエータ類・・・・動作回数による寿命
③ インバータ，サーボ・・・アルミ電解コンデンサの寿命。
インバータ，サーボと同様の要素を使用しているNC装置，ロボットも同様。
④ 各種の電子機器・・・・・アルミ電解コンデンサの寿命
⑤ 表示器・・・・・・・・・表示部の輝度，コントラストの低下

8．4 保全を支援する方法

保全を容易にするいくつかの例を挙げます。

8．4．1　モニタリング

PLCのトラブルと制御対象の機械・設備のトラブルは，どちらが多いかはPLCの使用環境や設備によって異なります。PLC は先に述べたように自己診断機能があり，トラブルシュートを容易にしていますが，機械には自己診断機能相当の機能はなく，これをPLCのモニタプログラムや表示機器によって実現する必要があります。

モニタリングは，制御対象の状態の監視です。その最低限の要素としては，制御ステップの進み具合，工程の進行状況などの表示があります。設備が停止したとき，どのステップまたは工程で停止したかが分かり，トラブルシュートが容易になります。また，設備モニタとしては，設備の調子を見るためのサイクルタイムの値とそのバラツキ，磨耗部品管理のための設備の動作回数・稼動時間などがあります。

モニタリングの結果は，PLCと接続されているプログラマブル表示器や，PLCとリンクしたパソコンにより表示することができます。

今後，自動化あるいは無人化された設備が一層増えるので，特に設備のモニタリングの強化が必要です。

8．4．2 故障診断・検出

設備自身が故障診断・検出をすることはできないので，制御情報が集中する PLC のプログラムでこれを行う必要があります。この故障診断・検出は，いわば設備の自己診断機能です。故障診断は，時系列的な変化から故障を予測し，設定値を外れると前もって警報を出し，予防保全を行うときに使います。故障検出は，ある時点で正常状態でなければ故障と判断するもので，具体的な機器の不具合を検出するものです。従来は，コスト第一のため必要最小限の項目しか実視しない傾向でもありましたが，最近では保全を支援する有効な手段として積極的に実施する動向にあります。

例えば，通常は5秒間で後退端から前進端に到達する動作のとき，6秒経過しても前進端に到達してなく，このとき後退端のセンサがONしていれば前進のアクチュエータの不具合と推定できます。あるいは，後退端のセンサがOFFで前進端のセンサがOFFであれば，前進端のセンサの故障と判定できます。このように故障を検出するアルゴリズムは，シーケンス制御では比較的，簡単にプログラムで実現できます。

診断・検出結果は，ヒューマン・マシン・インタフェース（HMI）の充実の一環として，十分なコメントなどを付けて表示に出すとよいでしょう。

8．4．3 保全契約

機械，電気まわりの保全が自分でできなければ，弊社と保全契約を結ぶという方法があります。保全契約に関しては別途個別に契約内容，契約範囲，契約範囲など打合せの上契約させていただきますので，お気軽にご相談下さい。尚，保全契約をされた場合でも，トラブル状況の把握は自分で行う必要があります。

一般に，保全契約による保全は定期保全が原則です。したがって，突発的なトラブルにたいする一次処置はユーザ自身が対処する必要があります。

8．4．4 保全に関するトレーニング受講

弊社ではお客様のご要請があれば保守に関するトレーニングを有償にて承ります。保全の担当者，特にリーダクラスの人は是非受講されることをお奨めします。正しい保全の仕方を，誰かが習得しておくことは非常に重要です。

8．4．5 予備品の在庫管理

予備品の種類と在庫数を決め，予備品を使用したときは補充するといった管理が必要です。また，故障したハードウェアは，遅滞なくメーカへ修理に出すなど，いつトラブルが発生してもすぐに対処できるよう常に体制を整えておくことが重要です。予備品については第2章に記述してありますので，参照ください。

9. 保全での留意事項

9．1 故障，異常のハードウェアを返却するとき

保全において，トラブルの原因が判明しないことは不安材料となります。原因追究のために，故障・異常のハードウェアを弊社へ返却するときは，トラブル発生の詳細な状況報告を付けて返却してください。そうすれば，原因追究が容易になります。

下記は，「PLC 不具合状況書・調査依頼書」の例を示します。このような項目を記述し，弊社へ返却することを強くお奨めします。

① 不具合発生年月日時分
② 不具合発生場所・・・会社名，連絡先など
③ 不具合品の形名，製造番号，バージョン
④ 台数
⑤ 稼動開始年月日，稼動期間
⑥ 現品の処理・・・修理後返却，返却不要，調査のみで返却，返却先
⑦ 原因調査報告書の要否
⑧ 不具合内容・・・PLC のエラーメッセージ，エラーコード，表示ランプの状態，システム構成必要に応じて添付資料や写真
⑨ 発生段階・・・据付・調整中，通常運転中，プログラム変更後など
⑩ 発生時期・・・通電中，保管時，電源投入時，操作時，プログラム変更時，ランダムなど
⑪ 発生頻度・・・常時，今回始めて，制御対象の特定動作時，操作時，月・週・日ごとにn回など
⑫ 復旧時の処理・・・リセット操作，電源の開閉，システム再起動，プログラム再書込み，パラメータ再書込み，ユニット交換，交換したユニットの形名など

9．2 プログラムの保管，修正

ハードウェアとともに，プログラムはシステムにとって重要です。必ずプログラムはフロッピィディスクやハードディスクに保管し，バックアップをとっておく必要があります。

① 保管にあたっては現用のプログラムを保管するが，オリジナルとコピーを，別の媒体に2本保管しておくとよい。
② プログラムを修正したときは，必ず修正前と修正後のプログラムを保管すること。こうすることにより，もし修正に失敗しても，前の状態に戻すことができる。
③ プログラムを修正したときは，修正の履歴を残すとともに，図面類，プログラムリストも修正しておくこと。

9．3 運転中のプログラム変更，修正

PLC を運転（RUN）中にプログラムを変更，修正し，RUN中書込みを行うことは多いと思いますが，これは，システムとしては電源がON中の”活線作業”であり，危険が伴うので，以下のような十分な注意が必要です。

① RUN中書込みを行うことのできる担当者，および対象設備を限定するなど，管理が必要。
② 機種によるが，大幅な修正を行い，一括してRUN中書込みを行う場合，HALT 時間が過大になり，制御の不具合につながることがある。
③ プログラムの一部分を修正して書込んだとき，修正を必要とする他の部分が書き込まれていないと未修正となり，制御不具合が発生することがある。
④ プログラムを修正したときは，必ず修正の記録，履歴を残し，図面・プログラムリストなどのドキュメントも同期して修正すること。

プログラムの修正は，設備の運転を停止して行うのが原則です。どうしても運転中にプログラムの修正が必要であれば，局部的な修正に留めるべきです。

9．4 静電気に対する注意

PLC のハードウェア，特にICなどの半導体は静電気による素子の破壊の可能性があります。したがって，ハードウェアの交換時には回路部品，コネクタ，プリント基板のパターンなどを直接に手で触らないようにする必要があります。端的に言えば，樹脂で絶縁されている部分を除き，ハードウェアの金属部分には触らないようにしてください。特に，ICメモリ素子は直接に触ることが多いので注意してください。

なお，触る可能性のあるときは，アースバンドの着用等静電気対策を確実に実施してください。

9．5 ノイズ・電源対策

PLC のトラブルで多いのは，ノイズによる誤動作と，電源の波形歪み・電圧降下などによるものがあります。この対策を施すと施さないでは，保全の手間が大幅に異なります。したがって，保全にとっては極めて重要な項目です。

これらの対策は，システム設計と設置時の対策の盛込みによりに決ります。新規の設備の計画時からチェックしておく必要がありますし，納入されたシステムがどのような対策を施しているかをチェック，あるいは知っておく必要もあります。設置後の対策は手間がかかるし，対策も完全でないことがあるので，設計と設置時の対策が重要です。

ノイズ対策の詳細に関しては「ノイズに関するテクニカルガイド」を用意しておりますので，ご参照ください。

設置後にこれらが原因のトラブルが発生するようであれば，そのシステムのメーカ，あるいは関連機器メーカとも協調して解決を図る必要がありますので，弊社までご連絡ください。

9．6 保全の手間を減らす方法

PLC のハードウェア，ソフトウェアの保全の手間を減らす手段をとることも重要です。これはシステムによりますが，以下のような方法も考えられます。参考にしてください。

① 電池レス

制御データの停電保持・時計機能の必要がなく，プログラムの修正がない場合，プログラムをROMに格納すれば保全の要素となる電池を使わなくて済む。

② プログラムのROM格納

プログラムの修正がなければ，プログラムをROMに格納することにより，ノイズや電源トラブル，CPUのハードウェアトラブルに伴うプログラムの変化を防止できる。

③ リレー出力の無接点化

有接点リレーは機械的，電気的寿命が必ずあり，保全の要素となっている。これを無接点化できれば，保全の要素を減らすことが可能である。

交流負荷の場合は SSR 出力に，また直流負荷の場合はトランジスタ出力に変更することにより，無接点化が図れる。

④ I／Oに余裕の点数を持たせる

I／O点数に余裕があれば，先に述べた“余ったI／O”を活用しての応急処置が取れる。また，改造余裕にもなる。

⑤ CPU，I／Oなどの標準化，統一化

可能であれば，使用するモジュールなどの形名を標準化，統一化しておけば，保全において流用，転用が容易になる。

第2章　PLC システムの予備品について

1．予備品の重要性

PLC システムが故障時，故障したハードウェアが判明しても，予備品がなければ復旧ができず，その結果，生産設備の運転ができないことになります。逆に，予備品があれば直ちに交換することにより復旧でき，設備の停止時間を小さくでき，稼動率を大幅に下げることがなくなります。

PLC のハードウェアはユーザで修理できるものではなく，PLC の保全の基本はハードウェアの交換です。したがって，交換用の予備品の在庫は，保全の最低基準です。

なお，PLC の入出力部と接続される入出力機器や，制御対象に使われている機器，部材の予備品についても配慮が必要です。

2．予備品の範囲

原則的には故障の可能性のあるハードウェア全てを予備品として在庫しておくのが理想ではありますが，例えばケーブルなどは故障するようなものではなく，また修理若しくは代替可能なもので，このようなものは予備品にする重要性はないと考えられます。そこで，一般的に，予備品として在庫しておくハードウェアとしては，次のものが考えられます。

① CPUモジュール
② 入出力モジュール
③ 電源モジュール
④ 特殊機能モジュール
⑤ メモリカセット，メモリ素子
⑥ メモリバックアップ用電池
⑦ ヒューズ

なお，ユニット形の小形 PLC はモジュール形になっていないので，本体として在庫する必要があります。

3．予備品の数量のめど

予防保全でも事後保全でも，必要最小限の予備品が必要です。その予備品の数量がどの程度であれば適正かを定量的に述べることは，使用 PLC の種類数，台数，モジュールの種類と台数，PLC の故障率など，いろいろな要因があって困難ですが，少なくとも，最低限のレベルは，使用しているモジュール類の形名ごとに1台を持つことです。このときは予備の予備品がないので，予備品を使用したら直ちに補充しておく必要があります。

多数の PLC を使用しているときに，予備品の数量が問題となります。以前は，各常用数の10%，いや5%，最低3個などととりざたされていましたが，科学的な根拠はありません。経験に基づくものか，使用者側の規則によるものであろうと考えられます。

一般に故障の多さは，機種固有に故障が多いことを除けば，使用者の環境と，運転パターンによることが多いといえます。例えば，環境面では急激な温度変化，常時高温・高湿，電源や信号線にのるノイズ・サージの大きさなどがあります。また，運転パターンでは，24時間連続運転と間欠的に電源を開閉する運転では，連続運転の方が故障は少ないようです。

その工場の環境において，とかく PLC に限らず電子機器の故障が多いようであれば，予備品は多めに持つ必要があろう。

予備品の数についての参考になる式があるので，紹介しておきます。*1) この数式は絶対的なものではありませんが，工場で稼動している PLC の総数に対する予備 PLC の数は，次の式で計算される値を目安に計画するとよいでしょう。

*1) 「制御機器の正しい使い方」プログラマブルコントローラ編，日本電気制御機器工業会 1985年版

$$(MTBF)_{FA} = \frac{24 \times (MTBF)_{PLC}}{N \times O_t} \quad (hr) \quad \cdots ①$$

$$S_p = \frac{K}{(MTBF)_{FA}} = \frac{2400}{(MTBF)_{FA}} \quad (個) \quad \cdots ②$$

① $(MTBF)_{PLC}$:PLC 単体のMTBF(平均故障間隔時間)(hr)
② N :稼動している同機種の PLC の台数
③ $(MTBF)_{FA}$:工場全体の PLC のMTBF (hr)
④ O_t :1日の PLC の運転時間 (Hr)
⑤ K :定数(2400と仮定する)
⑥ S_p :予備品の数

この式で$(MTBF)_{PLC}$を10^5(10万時間)と仮定し, 上式をグラフにすると, 図5のようになります。

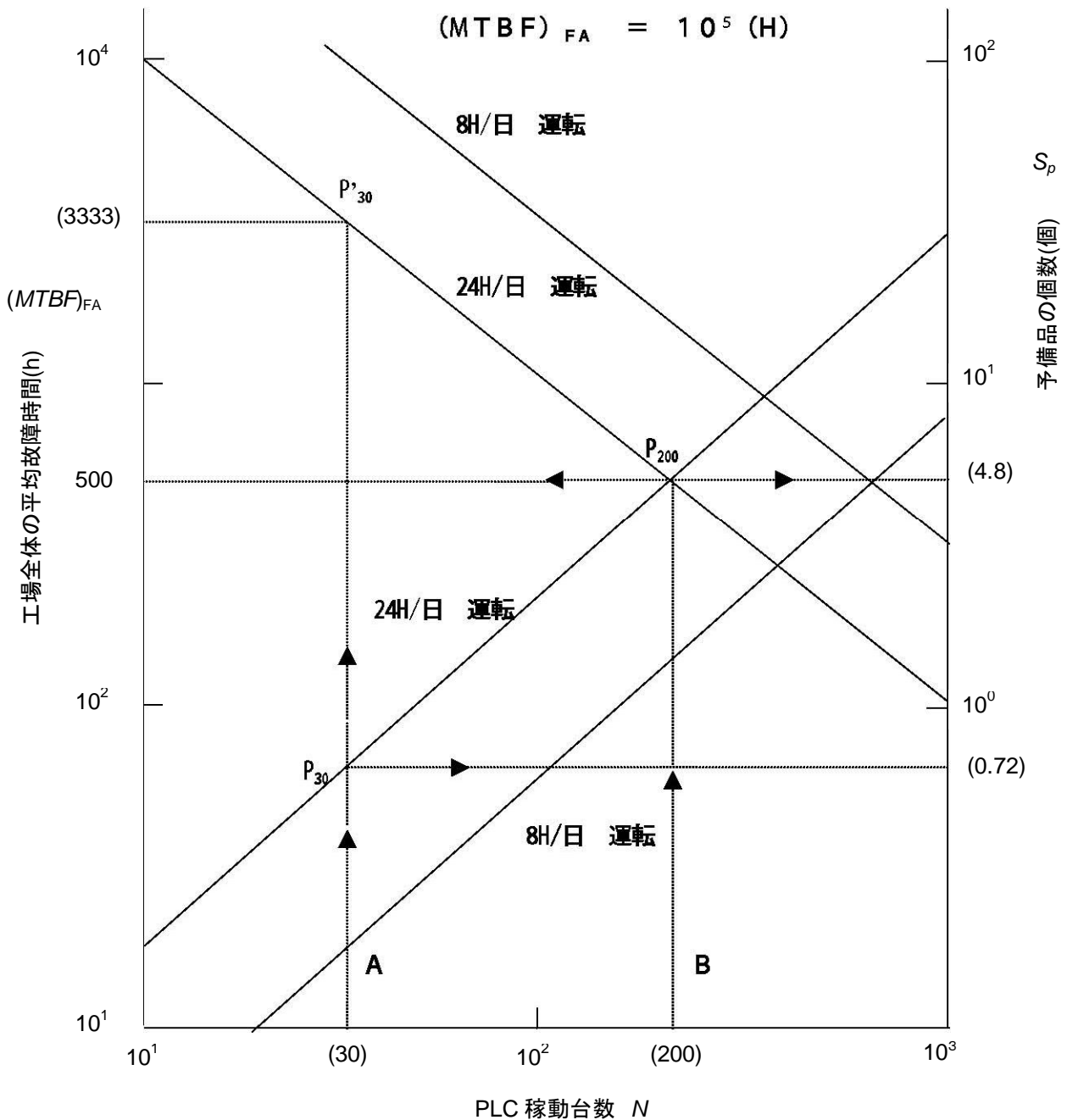



図5 PLC の予備品を算出する例

例えば，24時間連続運転で200台稼動している場合（図5のB），工場全体の（$MTBF)_{FA}$は500hr となり，そのときの予備品は5個（4．8を四捨五入）必要になることを意味しています。また，30台稼動して24時間連続運転の場合（図5のA），($MTBF)_{FA}$は3333hr となり，予備品の数は1台（0．72台を四捨五入）となります。

予備品の数については，定性的には次のようなことが言えます。

a．最低は，ハードウェアの形名ごとに1個である。

b．ハードウェアの種類を減らせば，予備品の種類も減るし，数量も減らせる。

c．電気的ストレスが大きく，かつ電解コンデンサを使用している電源モジュールについては，少し多めに在庫しておくことが望ましい。

d．過去の実績から，よく壊れるモジュールおよびリレーのような消耗性の部品を含むモジュールがあれば，これも多めに在庫しておく。

リレーの場合，開閉する負荷の電圧，電流から寿命の推定が可能である。運転パターンから寿命を推定し，予備品の数を決めるとよい。

e．能動部品が搭載されていないベースユニットやケーブルの在庫は基本的に不要である。

f．メモリバックアップ用の電池は，電池電圧（容量）低下警報が出力されなくても（2年程度で）定期的に交換するようにし，予備品としての在庫は少なくてよい。警報が出たら，電池を入手するまで電源を切らずにしておくことも重要。

4．予備品の管理と保管

予備品がなくなっていることに気付かず，そこへ故障が発生したら悲劇です。したがって，予備品の在庫の管理と保管は重要です。

（1）予備品の管理

① 予備品の管理の基準は最低在庫数量を決めておき，この数量以下になったら発注する。

② 在庫1個のものについては，取替えに使った場合はすぐに補充の手配をしておく必要がある。PLC を構成する電子部品は生産中止，変更などが多いので，特に旧形品はこの影響を受けることが多く，補充に留意が必要である。

③ 外部電源からのストレスと発熱の大きい電源モジュールは，少し多めに在庫しておくとよい。

（2）予備品の保管

① JIS規格（JIS B3501）上での PLC 本体の保管条件は次のように決まっており，これを遵守すること。

a．温度・・・・・・ −25 ～ 70℃

b．湿度・・・・・・ 5 ～ 95％

c．気圧・・・・・・ 70kPa（標高3000mと同等）以上

② ただし上記は上下限と範囲を示すもので，通常は標準的な環境として次の環境が望ましい。

a．温度・・・・・・ 0 ～ 55℃

b．湿度・・・・・・ 10 ～ 90％

c．雰囲気・・・・・ じんあい，腐食性ガス，塩分，有機溶剤のある場所は避ける。

③ 新品を予備品として保管するときは，メーカから納入された梱包状態で保管するとよい。

④ プリント基板モジュールは，導電性の袋に入れて保管すること。

⑤ 電池の保管・・・・・詳細は第3章を参照のこと。

a．電池は保管中でも自己放電するので，寿命を持っている。したがって，緊急用に少しの予備品を持つ必要はあるが，多くを持つ必要はない。

b．保管寿命もあるので，交換時期に合せて発注するとよい。

弊社では，電池ご購入後1年以内にご使用開始いただけますようお奨めしております。

c.　電池の自己放電は温度に依存することが多いので，乾燥した低温の環境，例えば非導電性の袋に入れて冷蔵庫で保管するとよい。

d. 電池には各種の制限事項があるので，注意すること。

⑥ 電源モジュールの保管

a.　電源モジュールには電解コンデンサが多く使われており，この電解コンデンサは無通電状態において経年劣化を起す。通常，容量抜けと言われている。

b.　電源モジュールは保管中でも，1年間に1回，24時間程度電源を印加して電解コンデンサの活性化を図る必要がある。もしくは，常用品と予備品を1年か2年ごとにローテーションするとよい。

c.　電源，CPU，I／O（入出力）部が一体になっているユニット形 PLC では1年ごとに予備品と常用品を入れ替える（ローテーション）するとよい。

d.　電源部に使われている電解コンデンサは，周囲温度が10℃上昇すると寿命が半分になる（アレニウスの法則という）と言われている。定格周囲温度において，電源モジュールの寿命は約5～7年を目安に予備品を入れ替えるとよい。

⑦ 周辺機器の中には計算機と同じ制限を受けるものがある。特に，旧形機種では次のようなことがある。

a.　カセット磁気テープ・・・プログラムを保管している媒体で，長年月保管しておくと記憶内容が薄れると言われている。ときどき巻き変えるか，6ケ月に一度のめどで再記録することが望ましい。

b.　フロッピィディスクは，高温・高湿を避け，常温・常湿で保管すること。

5. 常用品とのローテーション

新品を予備品として保管しておいても，いつまでも新品とは限りません。特に，前述した電源モジュールには経年変化があるため，定期点検時などにローテーションを行うことをお奨めします。

① 電源モジュール・・・電解コンデンサの経年劣化があるので，できれば1年ないし2年をめどに，常用品と予備品を入れ替えるとよい。

② 電源モジュール以外で電解コンデンサを使っているのは，CPU モジュールなどがあります。したがってCPU モジュールも1年ないし2年をめどに常用品と予備品をローテーションするとよい。

6. 予備品を使用するときの注意事項

常用品が壊れたときなどに予備品が使われる。このとき，次のような留意点があります。

（1） 基本的に同一形名で交換

常用品に不具合があれば，形名が同一の予備品と交換する必要があります。互換性のあるモジュールについては，確認する必要があります。また，バージョンについても注意をはらう必要があります。

（2）　先入れ先出しの交換一般に，時期的に先に購入した予備品は，常用品との取替えにおいては先に使用するとよい。

（3） 設定など

モジュールによっては，アドレス番号，モジュール番号，局番，パラメータ設定，モードなどのセッティング（初期設定）をディップスイッチによって設定する必要があります。これらの設定をそれまでに使っていたモジュールと同じになるよう，誤りなく行うことが必要です。

また，アナログモジュールの場合，フルスケール校正，ゲイン調整，オフセット調整などがあり，これらを交換時には的確に行う必要があります。

（4） 予備品の補充

予備品を故障発生時などに使ってしまうと，予備品が無くなってしまいます。このときは，速やかに予備品の補充を行う必要があります。なお，先にも述べた通り，旧形品については，電子部品の入手性の問題などから納期が著しく長くなることがあるので，常時余分に持つことを推奨いたします。

（5） ヒューズ

必ずそのモジュール指定の形名および電流のものを使用すること。決して指定以上の電流のものを使用してはならない。

（6） 電池

必ずメーカ指定のものを使用すること。電池を交換するとき，古い電池を PLC から外して新しい電池を装着するまでの時間が規定されています。新しい電池を用意し，規定時間以内に交換する必要があります。

（7） モジュール類の交換に際して

① モジュール類やメモリ素子の導電部には触れないようにすること。これは，人体にチャージした静電気の放電による半導体部品の破壊を防ぐためである。

② また，ピンやコネクタのような導電部では，人の手の脂（あぶら）によって接触不良を起すことがあるので，触らないようにすること。

第3章　電池の保守

1. PLC における電池の使用箇所

（1） PLC においては，電池は，電源断時および停電時にCPUのプログラム，パラメータ，制御データ，カレンダ時計などのメモリの内容が消失しないようにするためのバックアップ用に使われている。
（2） また，CPU以外では，マイクロプロセッサを内蔵した特殊機能モジュールや周辺機器にも使用され，プログラム，パラメータ，データなどの停電保持用に使われている。

2. PLC で使用されている電池の種類と特性

現在，弊社PLCで使用される電池の種類は，リチウム電池です。リチウム電池は以下のような特性を持っています。

（1） 一次電池で，充電はできない。
自動車の鉛蓄電池のように，充電して繰返し使用できる電池ではありません。したがって，充電容量を使ってしまったら，交換を必要とします。
（2） 保管（放置）寿命が長い。
PLC に装着しない状態で保管（放置）しておくときの寿命は，通常の環境において5年間程度です。これは，電池内の自己放電がきわめて小さいためである。

3. 電池のバックアップ時間（使用寿命）

（1） 電池のバックアップ時間は，その PLC に外部給電している電源の停電時間の合計で示されます。通常，停電時のバックアップ時間は，各機種のマニュアルに記載されています。

（2） 電池のバックアップ時間は，以下のように，使用している環境により異なります。
① 一般に，バックアップしているメモリの容量に依存します。通常，メモリ容量が大きいほどバックアップ時間は短くなる傾向を示します。
② 周囲温度が高くなるとバックアップ時間が短くなる傾向を示します。これは，メモリ素子の消費電流が増加するとともに，電池の自己放電が多くなるためです。

（3） ほとんどの PLC では，電池の容量が規定以下になると「電池容量低下（バッテリエラー）」の警報が出力されるので，運転中もしくはその後のシステム停止時に電池を交換する必要があります。
① 電池容量または電池電圧低下の警報が出力されても，電源が投入されていれば，すぐにメモリの内容が消失することはないので，あわてて電池を交換する必要はありません。

4. 電池容量低下の影響

電池容量低下の警報が出力された後，電池を交換せずに放置した場合，以下のようになります。
① IC RAMのような揮発性メモリに記憶しているプログラムの消失
② 停電保持していた制御データの消失
③ 特殊機能モジュール（ユニット）では，記憶していたパラメータとデータの消失
以上のようになり，その結果，正常なプログラムの実行ができなくなります。

5. 電池の保全

（1） 電池容量低下の警報が出力された場合は，電池を交換すること。
①警報の出力後の停電合計時間が規定されていれば，その時間以内に電池を交換すること。

②すぐに交換できない場合，例えば予備の電池がない場合などは，PLC の電源を切らずに通電のままにしておき，新しい電池の入手後に交換する。

③電池の交換方法は，機種ごとのマニュアルを参照のこと。

④古い電池を外して新しい電池を装着するまでの時間が規定されているので，この時間以内に交換を済ませること。電池を外している間は，コンデンサによってメモリの内容を保持しているが，この時間は数分程度である。したがって，電池を交換するときは，新しい電池を用意してから実施すること。

（2） 電池を交換した場合は，交換年月日を記録しておくこと。これは，次回の定期交換のために必要である。

（3） 電池の予防保全としては，合計停電時間がマニュアル記載の値以下でも，概ね2年を目安に交換するとよい。

①メモリ素子の漏れ電流がきわめて小さい場合，電池が異例に長もちすることがあるが，急激に漏れ電流が増加し，残りのバックアップ時間が短くなることがあるので，定期的に交換するとよい。

② PLC の電源断中に寿命となり，警報が出ないことがある。

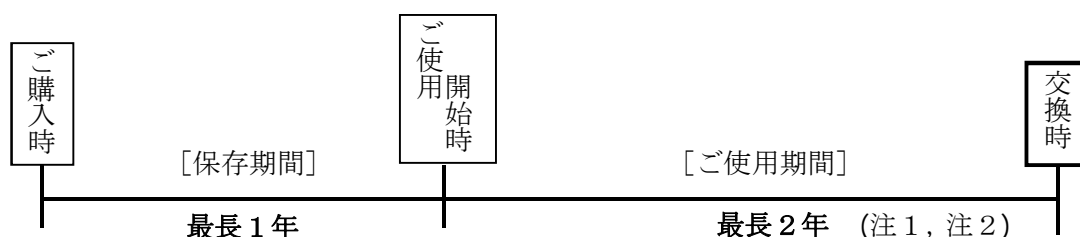
（4） 予備電池の保管は，少量は必要である。全 PLC の電池を保管しておくことは無意味である。

（5） 電池の保管温度は，常温より低温が望ましい。高温では，電池の自己放電が増加し，保管寿命が短くなる。

6. 電池の保存期間，使用期間

弊社では H シリーズ/EH シリーズで使用しているバッテリーに関しては，下記条件にてご使用いただくよう，推奨しています。

［保存期間］ ご購入後，1年以内としてください。

［使用期間］ 寿命に至らなくても，ご使用開始から，2年毎に必ず交換してください。

注1) 電池寿命時間は，基本ベース/基本ユニットの外部電源（AC100V/200V，DC24V）が OFF の総時間を表します。

注2) 電池寿命は，環境温度などによって寿命が大幅に変動します。

ここで言う“最長2年”は，電池の寿命を保証するものではなく，寿命に至らなくても電池を交換すべき期間を示しています。

実際の電池寿命時間の推定計算方法の例を次項に示します。

7. 電池寿命の推定計算方法

実際の電池寿命時間は，下記式で計算されます。

メモリ保持時間 ＝ 電池寿命（保証値，実力値）÷ 電源 OFF 時間

以下に計算例を示します。

［例１］

ＣＰＵ：CPU2-20H (H-2002)，メモリ：RAM2-48H 使用

１日の電源 OFF 時間：10 時間

１ヶ月の稼動日数：25 日 （１ヶ月の非稼働時間：5 日） の場合，

[保証値] @55℃

メモリ保持月数 = 4,200 (hr) ÷ {10 (hr) × 25 (days) ＋ 24 (hr) × 5 (days) }

= 11.35 ヶ月

[実力値]　@25℃
メモリ保持月数 = 10,000 (hr)　÷　{10 (hr) × 25 (days)　＋　24 (hr) × 5 (days) }
= 27.0 ヶ月 （２年３ヶ月)

［例２］
ＣＰＵ：EH-CPU516 (EH-150)　使用
１日の電源 OFF 時間：10 時間
１ヶ月の稼動日数：25 日　（１ヶ月の非稼働時間：5 日）　の場合，

[保証値]　@55℃
メモリ保持月数 = 2,000 (hr)　÷　{10 (hr) × 25 (days)　＋　24 (hr) × 5 (days) }
= 5.4 ヶ月
[実力値]　@25℃
メモリ保持月数 = 32,000 (hr)　÷　{10 (hr) × 25 (days)　＋　24 (hr) × 5 (days) }
= 86.5 ヶ月 （７年３ヶ月)

［例３］
ＣＰＵ：EH-A28DR(MICRO-EH)　使用
１日の電源 OFF 時間：10 時間
１ヶ月の稼動日数：25 日　（１ヶ月の非稼働時間：5 日）　の場合，

[保証値]　@55℃
メモリ保持月数 = 9,000 (hr)　÷　{10 (hr) × 25 (days)　＋　24 (hr) × 5 (days) }
= 24.3 ヶ月 （２年)
[実力値]　@25℃
メモリ保持月数 = 18,000 (hr)　÷　{10 (hr) × 25 (days)　＋　24 (hr) × 5 (days) }
= 48.6 ヶ月 （４年)

各製品の電池寿命時間(保証値，実力値)は，次頁をご覧下さい。

以上のように電池寿命は，実力値(環境温度:25℃)では2年以上の寿命を有していますが，環境温度などによって寿命が大幅に変動し，2年を下回る場合もございます。

上記を参考に，予め寿命時間の推定を行うとともに，推定寿命に至る前に早めの電池交換をお勧めいたします。
また，プログラム，データの予防保全のためにも，弊社では寿命に至らなくても2年毎に必ず電池を交換していただけるようお勧めしています。

尚，電池の交換手順等注意事項に関しましては，各製品の取扱説明書・マニュアルをご覧下さい。

表5 電池寿命時間

(1) H シリーズ

メモリカセット形式	電池寿命(時間)	
	保証値	実力値
RAM2-04H	6,300	15,000
RAM2-08H	6,300	15,000
RAM2-16H	4,200	10,000
RAM2-48H	4,200	10,000

メモリカセット形式	電池寿命(時間)	
	保証値	実力値
RAM3-08H	4,200	10,000
RAM3-16H	3,200	7,800
RAM3-48H	3,200	7,800
ROM2-16H	6,300	15,000
ROM2-48H	4,200	10,000

(2) EH-150 シリーズ

CPU 形式	電池寿命(時間)	
	保証値	実力値
EH-CPU***/***A	2,000	32,000

(3) MICRO-EH シリーズ

ユニット形式	電池寿命(時間)		
	保証値	実力値	
23 点/28 点基本	9,000	18,000	(注) EH-MBAT 使用時
23 点/28 点基本	18,000	36,000	(注) EH-MBATL 使用時
64 点基本	18,000	36,000	(注) EH-MBATL 使用時

(4) その他の機種

ユニット形式	電池寿命(時間)	
	保証値	実力値
POSIT-2H	12,000	28,000
POSH	12,000	28,000

注1） 本表中
［保証値］ は 環境温度が 55℃の場合の値を示します。
［実力値］ は 環境温度が 25℃の場合の値を示します。
注2） 本表記載以外の機種の電池寿命時間に関しては，
各機種の取扱説明書・マニュアルを参照下さい。
注3） 電池の交換手順等注意事項に関しては，各製品の取扱説明書・マニュアルをご覧下さい。

8. 電池に対する注意事項

PLC に使われているリチウム電池の取扱いについては，以下のような注意が必要です。

① ＋極と－極を短絡させてはならない。
② 分解してはならない。
③ 火の中に投じてはならない。
④ 加熱してはならない。
⑤ 電極にハンダ付けをしてはならない。
⑥ 一次電池の場合は，充電してはならない。

9. その他の留意事項

（1） 初めて PLC を動かすとき

初めて PLC を動作させるときは，初期設定が必要である。電池に関しては，通常，流通段階と使用者での保管時の電池の消耗を防止するため，電池のコネクタを外してある。初期設定の作業として，この電池のコネクタを忘れずに接続する必要がある。

（2） 電池の取外し

プログラムとパラメータをROM（読出し専用メモリ）に格納し，かつ制御データの停電保持を必要としないシステムでは，電池を装着する必要がない。これにより，保全の一つの項目を削減できる。

（3） 長期間の運転停止

電池のバックアップ期間を超えて停電する長期間の運転停止では，プログラムをフロッピィディスクやハードディスクに保管しておく。また，無用な電池の消耗を防ぐために，電池を取り外しておくとよい。

第4章　オーバーホール・リプレース

1. 改良保全としてのオーバーホール・リプレース

PLC のトラブル（故障，誤動作など）が起きる外的要因の排除や設備の劣化・故障を生じにくくするための保全を「改良保全」と呼びます。

故障，誤動作を生じさせる外的要因としてはノイズ，塵埃，オイルミスト，腐食性ガス，塩分，有機溶剤など主に環境に起因するものです。これらの要因を極力排除することの重要性は十分認識されていることと思います。

一方，設備の劣化・故障を生じにくくするための保全に関しては，比較的ないがしろにされる傾向にあるように見受けられます。PLC のように寿命が長く，劣化する部品の少ない電子機器は故障するまでほぼ連続運転という場合も多く，設備を停止させる時間（リプレースのための時間）が限られている使い方であることも理由のひとつと思われます。

しかしながら，

① PLC に使用している一部の部品は有寿命部品であり，これらユーザで修理できるものではなく，ハードウェアの交換が必要。

② PLC は多くの半導体部品を使用しており，これらは PC をはじめとする半導体部品を多用する機器の趨勢に大きく影響を受け，頻繁に生産中止，改版などが発生するいわゆるライフサイクルの短い部品であることから，故障の際に同じ部品が入手できるとは限らない。場合によっては同じ製品が製作できない可能性もある。

といった実情もあります。

これに対処するために，前述のユーザで予備品を保有するだけではなく

① 故障する（寿命に至る）前に，有寿命部品を交換する ： **オーバーホール**

・・・・ 新品と同等の寿命を期待でき，故障発生確率を下げることができる。

② 信頼性が高く，新しい機種へ更新する ： **リプレース**

・・・・ 故障が発生しにくい。故障が発生しても部品の入手が容易で，修理に要する時間が短い。

といった改良保全もトラブル回避のためには非常に有効な手段です。

2. オーバーホール

ここでいうオーバーホールとは，「寿命に至る前に有寿命部品を交換並びにトラブルの原因となりうる損傷を修理し，新品と同等の寿命を期待できる製品に改造する」ことを言います。

基本的には，構造部品など故障の少ない部品については著しい損傷がなければそのまま使用し，プリント基板・電子部品など故障の可能性のある部品は新品に交換しますので，新品の製品を購入されるより安価でかつ新品と同等の寿命を期待できる製品を入手できることになります。

オーバーホールはユーザではできません。弊社サービス・工場で現品をお預かりし，状態の診断並びに部品交換を行います。定期点検などで予備品とローテーションした際，古い機種のオーバーホールをされることをお奨めします。

オーバーホール費用や期間に関しては機種や損傷の度合いによって異なりますので，最寄りの弊社営業・代理店・特約店・サービスステーションにお気軽にご相談下さい。

3. リプレース

PLC の耐用年数は有寿命部品（リレー，アルミ電解コンデンサ，電池など）や結露，腐食性ガスなどの周囲環境を別にすれば，定格使用条件の下で10年を目安に設計・製造されています。使用環境や使用状態などにもよりますが，中には既に15年以上無交換でご使用いただいているユーザもいます。

しかし，PLC は多くの半導体部品を使用しており，これらは PC をはじめとする半導体部品を多用する機器の趨勢に大きく影響を受け，頻繁に生産中止，改版などが発生するいわゆるライフサイクルの短い部品であることから，故障の際に同じ部品が入手できるとは限りません。また場合によっては同じ製品が製作できない可能性もあり，やむなくその製品を生産中止とさせていただく場合も少なくありません。

弊社では入手性のよい汎用部品の採用，一部の専用部品の在庫，部品の生産中止や改版に伴う製品の改版等長期間安定して製品供給を継続できるよう努力しており，やむなくその製品を生産中止とさせていただいた場合でも，同

等性能の互換機種(後継機種)の供給並びに生産中止後7年間は修理が可能なように部品在庫などの体制を整えております。残念ながら，この場合においても，在庫枯渇などにより永遠に修理に応じられるわけではありません。

このため，既に生産中止済みの古いモデルをお使いのユーザには新しいモデルへの切替え(リプレース)を推奨しています。新しいモデルへリプレースするメリットとして以下のようなことが挙げられます。

① トラブル発生時の代替機や故障の場合の部品入手が容易 ････ 緊急時の対応がスムーズになる
② 外部機器，配線などを流用できる場合が多く，新規設計・据付に比べ工期が短縮できる
③ 一般に設置面積・設置体積が小さくなる ････ 保守性向上
④ 旧タイプのモデルではサポートしていない機能を使えるようになる
・プログラムが簡単になる ････ プログラム修正時の誤記等の防止，保守性向上
・新しい機能によって，機能拡張が可能 ････ インタロック機能などを拡張できる
・構成によってはモジュール・ユニット数を減らすことができる。 ････ トラブルのリスク低減
⑤ 同様な構成の旧モデル機種を複数台使用している場合，順番に新モデル機種にリプレースすることで切替えた旧モデル機種を予備品とすることができる。

3．1 リプレース推奨モデル

弊社では既に生産中止済みの古いモデルをお使いのユーザには新しいモデルへの切替え(リプレース)を推奨しています。

表6 リプレース推奨モデル

生産中止モデル	生産中止時期	推奨リプレースモデル	備考
C シリーズ	1984/10	MICRO-EH シリーズ	・お使いの機器の構成に応じてリプレースモデルの構成も異なります。 ・プログラムの変換・移植作業も承ります。 お気軽に弊社までご相談下さい。
D シリーズ	1990/10	MICRO-EH シリーズ	
J シリーズ	1989/10	EH-150 シリーズ	
EB シリーズ	1998/10	MICRO-EH シリーズ	
HSC シリーズ	1982/4	EH-150 シリーズ	
N シリーズ	1984/9～ 1985/9	H シリーズ EH-150 シリーズ	
A シリーズ	1988/5	EH-150 シリーズ	
ステップコントローラ	1984/4	MICRO-EH シリーズ	
P シリーズ	1984/4～ 1993/10	H シリーズ EH-150 シリーズ	
H シリーズ ボードタイプ	2001/9	MICRO-EH シリーズ EH-150 シリーズ	
GM-4000 GM-4000E	1995/3 2003/12	市販 SCADA ソフトと汎用 PC	
H-300/700/2000	2001/9	EHV/EH-150 シリーズ	
E シリーズ(E/EC/EC2/ECL)	2008/3	MICRO-EH シリーズ	
EM/EM-Ⅱシリーズ	2008/3	EH-150 シリーズ	
H-200/250/252 シリーズ	2008/3	EH-150 シリーズ	

2010 年 1 月時点

下記モデルは現時点で生産中止予定はありませんが，

・ 導入後 10 年以上経過したものに関しては早急なリプレース
・ 新規設備に関しては新しい機種でのシステム構築

をお奨めします。

旧モデル	生産状況	推奨リプレースモデル	備考
H-302/702/1002 2002/4010	生産中	EHV/EH-150 シリーズ	

３．２ プログラム互換性に関して

古いモデルから新しいモデルへの切替え（リプレース）において懸案となる点の一つとしてプログラムの互換性（古い機種のプログラムをそのまま新しい機種で使えるか）の問題があります。

確かに古いモデルと現行のモデルではプログラムの互換性がなく，古い機種のプログラムリストを見ながら新しい機種のプログラムを入力し直すといった作業が必要な場合も少なくありません。また，一部の機種間ではプログラム変換ツールを準備していますが，一部の命令等で新しい機種が未サポート（若しくは設定値の範囲が異なる等）の命令もあります。

プログラムの互換性がない機種へのリプレースの際にはプログラムの変換・移植作業も弊社にて承りますので，最寄りの弊社営業・代理店・特約店・サービスステーションにお気軽にご相談下さい。

表7 リプレース推奨モデルのプログラム互換性

【生産中止モデル】

<table>
<tr><td>生産中止モデル</td><td>推奨リプレースモデル</td><td>プログラム互換性</td></tr>
<tr><td>C シリーズ</td><td>MICRO-EH シリーズ</td><td rowspan="3">なし</td></tr>
<tr><td>D シリーズ</td><td>MICRO-EH シリーズ</td></tr>
<tr><td>J シリーズ</td><td>EH-150 シリーズ</td></tr>
<tr><td>EB シリーズ</td><td>MICRO-EH シリーズ</td><td>なし：変換ツールにて変換可能</td></tr>
<tr><td>HSC シリーズ</td><td>EH-150 シリーズ</td><td rowspan="4">なし</td></tr>
<tr><td>N シリーズ</td><td>H シリーズ
EH-150 シリーズ</td></tr>
<tr><td>A シリーズ</td><td>EH-150 シリーズ</td></tr>
<tr><td>ステップコントローラ</td><td>MICRO-EH シリーズ</td></tr>
<tr><td>P シリーズ</td><td>H シリーズ
EH-150 シリーズ</td><td>なし：変換ツールにて変換可能</td></tr>
<tr><td>H シリーズ
ボードタイプ</td><td>MICRO-EH シリーズ
EH-150 シリーズ</td><td>あり</td></tr>
<tr><td>GM-4000
GM-4000E</td><td>市販 SCADA ソフトと
汎用 PC</td><td>なし</td></tr>
<tr><td>H-300/700/2000</td><td>EHV/EH-150 シリーズ</td><td>あり</td></tr>
<tr><td>E シリーズ
（E/EC/EC2/ECL）</td><td>MICRO-EH シリーズ</td><td rowspan="2">なし：変換ツールにて変換可能</td></tr>
<tr><td>EM/EM-Ⅱシリーズ</td><td>EH-150 シリーズ</td></tr>
<tr><td>H-200/250/252
シリーズ</td><td>EH-150 シリーズ</td><td>あり</td></tr>
</table>

【切り替え推奨モデル】

(注) 下記モデルは現時点で生産中止予定はありませんが，

・ 導入後 10 年以上経過したものに関しては早急なリプレース

・ 新規設備に関しては新しい機種でのシステム構築

をお奨めするものです。

旧モデル	推奨リプレースモデル	プログラム互換性
H-302/702/1002 2002/4010	EHV/EH-150 シリーズ	あり

4. オーバーホール・リプレースの時期

オーバーホール・リプレースを行うべき時期（間隔）については，ユーザの使用環境，使用状態，稼動時間などによって異なるため，明確な規定はありません。基本的には 2.2 項に示した保全計画の一環としてユーザで計画していただくことになります。既に長年 PLC をお使いいただいて経験的に故障発生の間隔や，故障箇所を把握されている場合では，故障発生確率が高くなる前に交換・オーバーホールを行うのがよいでしょう。

とはいえ，まったく目安が無い状態では保全計画も立てようがないので，弊社では次ページに示すような間隔で定期点検，オーバーホール，リプレースを計画されるよう提案しています。

もちろん，これはあくまでも目安であり，構成や使用環境，使用状態，稼動時間（連続運転か断続運転か）などによって大きく異なりますので，前述の日常点検，定期点検によるトラブル発生の芽の早期発見に努めるとともに，万が一のトラブル発生に備えた予備品の管理等を充分に行ってください。

表8　定期点検・オーバーホール・リプレースの実施間隔の目安

項目		実施間隔	備考
日常点検		随時 （概ね週毎～月毎）	3.2 項参照
定期点検		6ヶ月～1 年毎	3.3 項参照
消耗品の交換	電池	2年毎	定期点検2回毎で電池交換とするとよい。
	ヒューズ	7 年～10 年毎	オーバーホールと合わせてヒューズ交換を実施するとよい。
オーバーホール	電源モジュール，CPU など	5年毎	アルミ電解コンデンサを搭載している製品は5年を目安にオーバーホールするとよい。
	リレー類	開閉回数による	日常点検・定期点検でリレー開閉回数を把握しておき，寿命に至る前に実施してください。
	その他	7年～8 年毎	合わせてシステム全体の劣化診断をされることをお奨めします。
リプレース		10 年毎	当該製品の生産中止の場合には速やかにリプレースの計画をお願いします。

この表はあくまでも目安であり，構成や使用環境，使用状態，稼動時間（連続運転か断続運転か）などによって大きく異なりますので，日常点検，定期点検において不具合の発生ポテンシャルを発見したら速やかに適切な対処をしてください。

本書に関するお問い合わせ，定期点検・オーバーホール・リプレース等保全計画に関するご相談，保守契約その他に関するご相談などございましたら，最寄りの弊社営業・代理店・特約店・サービスステーションにご連絡下さい。

参考文献

(社)日本電機工業会 「汎用プログラマブルコントローラ定期点検のおすすめ」 1996.7
(社)日本電機工業会 「[概要版]プログラマブルコントローラシステムの導入・運用指針」 2005.5
(社)日本電機工業会 「プログラマブルコントローラを安全にお使いいただくために」 2003.3